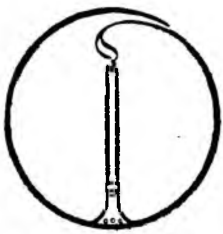
ИСТОРІЯ СВѢЧКИ

СОЧИНЕНІЕ

Проф. М. ФАРАДЕЯ

Переводъ Б. ЗАЙЦЕВА

Третье исправленное и дополненное изданіе
съ біографическимъ очеркомъ автора
и предисловіемъ Проф. Р. ВЕХТЕРА



Съ 54 рис. и двумя портретами автора

ИЗДАНІЕ
Т-ВА М. О. ВОЛЬФЪ

С.-Петербургъ — Гостин. Дв., 18 и Невскій, 13
Москва — Кузн. Мостъ, 12 и Моховая, 22.

1913



Микель Фарадей.

Портретъ, хранящійся въ Королевскомъ Институтѣ въ Лондонѣ

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Наканунѣ рождественскихъ каникулъ 1860 г. въ лондонскихъ газетахъ появилось извѣстіе, что проф. Микель Фарадей прочтетъ въ Королевскомъ институтѣ рядъ доступныхъ лекцій для дѣтей, съ цѣлью ознакомить ихъ съ нѣкоторыми химическими явленіями.

Проф. Фарадей принадлежалъ къ числу знаменитыхъ профессоровъ названнаго института, пользовался славою одного изъ самыхъ выдающихся химиковъ и обогатилъ науку многими серьезными научными изслѣдованіями и открытіями. Поэтому рѣшеніе его прочесть рядъ лекцій для дѣтей вызвало удивленіе. Объясняя свое, казавшееся многимъ страннымъ, рѣшеніе, профессоръ говорилъ: «Наука должна быть доступна всѣмъ, по крайней мѣрѣ, мы ее должны стараться сдѣлать доступною всѣмъ, начиная уже съ юнаго возраста. Я полагаю, что мои лекціи или, вѣрнѣе, бесѣды заинтересуютъ молодыхъ

слушателей, какъ самымъ предметомъ, о которомъ я буду говорить, такъ и тѣми опытами, которые я намѣренъ показать, и дадутъ моимъ слушателямъ возможность вникнуть во многія тайны науки.

Въ назначенный день первой бесѣды аудиторія Королевскаго института была переполнена и юными слушателями, и ихъ родителями. Никто въ точности не зналъ, о чемъ будетъ говорить ученый профессоръ, и всѣ были очень удивлены, когда послѣ первыхъ же его словъ узнали, что предметомъ его бесѣдъ избрана... исторія свѣчки.

По мѣрѣ того, какъ профессоръ велъ свою бесѣду, интересъ къ ней возросталъ все больше и больше. Удивительное дарованіе Фарадея ясно, просто, доступно, послѣдовательно и, въ то же время, увлекательно сообщать самыя замысловатыя и сложныя химическія явленія, проявилось въ этой бесѣдѣ съ особенною силою. Стараясь какъ бы слиться со своей юной аудиторіей, стать на ея точку зрѣнія, дѣлать вмѣстѣ съ нею выводы и заключенія, знаменитый ученый до того увлекъ своихъ слушателей, что они не только прослушали всю бесѣду съ глубокимъ, неослабѣвающимъ вниманіемъ, но и съ сожалѣніемъ ушли изъ института по ея окончаніи. А на слѣдующія бесѣды юные слушатели явились въ еще большемъ числѣ.

Хотя бесѣды и носили скромное названіе «исторіи свѣчки», на самомъ дѣлѣ, передъ юными слушателями прошелъ, въ интересномъ изложеніи, цѣлый рядъ сложныхъ химическихъ процессовъ, талантливо объяс-

ненныхъ лекторомъ-профессоромъ и подкрѣпленныхъ опытами, которые онъ производилъ тутъ же въ аудиторіи.

Бесѣды эти впослѣдствіи были собраны въ небольшую книгу, которая выдержала въ Англіи семь изданій и переведена по нѣсколько разъ на всѣ европейскіе языки и заняла въ популярной научной литературѣ почетное мѣсто.

Глубокое и всестороннее разсмотрѣніе всѣхъ явленій, которыя находятся въ связи съ горѣніемъ, дѣлаетъ эту книгу не только драгоцѣнною сокровищницей научныхъ фактовъ, но и образцомъ точности и ясности изложенія. Въ своемъ сочиненіи Фарадей охватываетъ все, что можетъ объяснить наука въ связи съ «горящей свѣчкой». Здѣсь онъ разбираетъ составъ пламени, составъ воздуха, необходимаго для горѣнія, всѣ продукты горѣнія: воду, водородъ, кислородъ, азотъ, углекислоту и оканчиваетъ сравненіемъ горѣнія съ дыханіемъ. Попутно же разсказываетъ о производствѣ свѣчей, объ образованіи льда, горѣніи фосфора, о свѣтильномъ газѣ и т. д.

«Исторія свѣчки»—это книга для дѣтей, но не только для дѣтей, а для всѣхъ умѣющихъ читать и стремящихся вникнуть въ тайну окружающаго ихъ міра. Написана же книга такъ, что ее могутъ читать и понять даже тѣ, кто не имѣетъ никакихъ познаній въ химіи.

Проф. Фарадей въ ученомъ мірѣ причисляется къ крупнымъ свѣтиламъ въ области химіи и физики и его имя тѣсно связано съ исторіею развитія этихъ наукъ.

«Исторія свѣчки», предназначенная первоначально только для дѣтей, сдѣлала имя Фарадея популярнымъ въ широкихъ кругахъ всѣхъ, кто путемъ самообразовательнаго чтенія желаетъ пополнить пробѣлы своего образованія, обогатить свой умъ знаніемъ интереснѣйшихъ явленій изъ области химіи, физики и техники.

Несмотря на то, что прошло уже 50 лѣтъ съ тѣхъ поръ, какъ были прочитаны и изданы впервые бесѣды проф. Фарадея по исторіи свѣчки, онѣ не утратили ни своего интереса, ни глубокаго научнаго, образовательнаго значенія. Въ новыхъ изданіяхъ потребовались лишь небольшія дополненія, сообразно новѣйшимъ успѣхамъ науки. И, по единогласному мнѣнію критики, «Исторія свѣчки» является занимательнымъ и чрезвычайно полезнымъ чтеніемъ для всѣхъ, желающихъ познакомиться съ основными законами горѣнія и продуктами, выдѣляющимися во время этого сложнаго процесса,—короче—съ основами химіи.



Жизнь и труды Микеля Фарадея.

ОСЕНЬЮ 1812 г. одинъ изъ англійскихъ ученыхъ, мистеръ Дансъ, членъ англійскаго Королевскаго ученаго института, зашелъ въ маленькую переплетную мастерскую Жоржа Рибо на Бланкъ-Фордской улицѣ, въ Лондонѣ, чтобы переговорить по дѣлу относительно заказанной имъ работы. Время было обѣденное: ни хозяина, ни мастеровъ въ мастерской не оказалось; только въ углу, возлѣ окна, сидѣлъ молодой человѣкъ, углубившійся въ книгу.

Этотъ молодой человѣкъ былъ такъ поглощенъ чтеніемъ, что даже не замѣтилъ вошедшаго. Ученый сильно заинтересовался усерднымъ чтецомъ и осторожно къ нему подошелъ.

— Вы кто такой, молодой человѣкъ? — спросилъ ученый.

Тотъ спохватился и, какъ бы очнувшись, отвѣтилъ:

— Я подмастерье переплетной г-на Рибо.

— А что вы сейчасъ читали, нельзя ли полюбопытствовать?

Подмастерье открылъ книгу и приподнялъ ее передъ ученымъ.

— Это — «Разговоры о химіи» Марсэ. Очень дѣльная книга и къ тому же такъ ясно изложенная, что я почти все тутъ понимаю.

— Вы ее купили?

— Нѣтъ, она у насъ переплетается. Въ свободное время я ее читаю и перечитываю, что, впрочемъ, дѣлаю и со многими, находящимися у насъ въ работѣ, хорошими книгами.

Ученый былъ крайне пораженъ находчивостью и трудолюбіемъ молодого подмастерья, который, не имѣя денегъ на пріобрѣтеніе книгъ и времени для чтенія ихъ, пользуется каждымъ свободнымъ часомъ и книгами изъ мастерской, чтобы удовлетворять свою любознательность. Ученый рѣшилъ узнать о немъ подробнѣе.

— Какъ васъ зовутъ, молодой человѣкъ?—спросилъ онъ.

— Микель Фарадей.

— А сколько вамъ лѣтъ?

— Двадцать одинъ годъ.

— Какими же книгами вы особенно интересуетесь?

— Книгами по химіи и физикѣ. Это—моя страсть. Но, къ сожалѣнію, такія книги попадаютъ очень рѣдко къ намъ въ мастерскую. А по-



Микель Фарадей.

тому мнѣ приходится самому много думать надъ разными вопросами по этимъ наукамъ и рѣшать ихъ по своему разумѣнію.

— Вотъ что, молодой человѣкъ,—сказалъ ученый.—если въ васъ такъ сильна жажда знаній, приходите въ Лондонскій Королевскій институтъ, членомъ котораго я имѣю честь состоять. Это учрежденіе имѣетъ своей цѣлью предоставлять ученымъ людямъ Англіи извѣстныя удобства для научныхъ занятій и содѣйствовать самообразованію тѣхъ, которые не имѣютъ возможности получить достаточныя научныя познанія въ средней и высшей школахъ. Въ институтъ, кромѣ постоянныхъ членовъ, допускаются постороннія лица по нашей рекомендаціи, и вотъ я постараюсь, чтобы вамъ, молодой человѣкъ, былъ открытъ доступъ на лекціи по интересующимъ васъ наукамъ, которыя читаетъ теперь знаменитый нашъ профессоръ Гемфри Дэви.

Молодой подмастерье, выслушавъ предложеніе ученаго, весь просіялъ отъ радости. Про профессора Дэви въ то время знала вся Англія, какъ про ученаго, сдѣлавшаго много важныхъ открытій. И представившаяся совершенно неожиданно возможность слушать его лекціи доставила любознательному юношѣ истинное счастіе.

У него было немного денегъ, скопленныхъ въ теченіе цѣлаго ряда лѣтъ случайною переплетною работою, которую онъ исполнялъ по вечерамъ, ночью и въ дневные часы, полагающіеся для отдыха. На эти гроши Микель Фарадей и рѣшилъ начать свое самообразованіе и сталъ посѣщать

лекціи въ Королевскомъ институтѣ, сначала одного только профессора Гемфри Дэви, а затѣмъ и другихъ ученыхъ. При этомъ онъ аккуратно записывалъ въ толстую тетрадь все слышанное и старался вникать въ смыслъ каждаго слова. Въ то же время на основаніи лекцій онъ составилъ самостоятельный очеркъ тогдашняго состоянія химіи, какъ науки.

Эту работу Фарадей показалъ своимъ товарищамъ по институту, а затѣмъ послалъ ее Дэви. Вмѣстѣ съ работой онъ отправилъ профессору письмо, въ которомъ умолялъ дать ему какое-нибудь мѣсто при лабораторіи, чтобы онъ могъ совершенно оставить переплетное мастерство и жить на жалованье отъ института, спокойно занимаясь научными работами.

Дэви, въ очень лестныхъ выраженіяхъ одобривъ присланный очеркъ, отвѣтилъ юношѣ, что не совѣтуетъ отказываться совершенно отъ ремесла, что наука—суровая госпожа, которая въ денежномъ отношеніи очень плохо вознаграждаетъ своихъ слугъ и что никакого свободнаго платнаго мѣста при институтѣ сейчасъ не имѣется. Профессоръ утѣшалъ Фарадея только тѣмъ, что обѣщалъ давать ему переплетать свои книги и рекомендовать его своимъ знакомымъ, нуждающимся въ услугахъ переплетчика.

Однако, случай, который въ судьбѣ великихъ людей нерѣдко имѣетъ большое значеніе, открылъ Фарадею двери въ храмъ науки.

У Дэви, во время одного изъ опытовъ съ воспламеняющимся веществомъ, произошолъ взрывъ,

при чемъ осколкомъ стекла ранило глазъ профессору. Рана эта лишила на нѣкоторое время Дэви возможности не только продолжать опыты, но даже читать и писать. Обстоятельство это заставило почтеннаго профессора вспомнить о переплетчикѣ Фарадеѣ и его желаніи бросить свое ремесло и заняться наукою. Дэви пригласилъ къ себѣ Фарадея и предложилъ ему скромное занятіе: читать вслухъ книги и писать подъ диктовку.

Во время этихъ занятій изъ случайныхъ разговоровъ и вопросовъ, которые Фарадей позволялъ себѣ предлагать профессору, Дэви понялъ, какую богато-одаренную натуру представляетъ Фарадей и какія познанія, несмотря на неблагопріятныя условія его жизни, онъ уже успѣлъ пріобрѣсти. Это побудило Дэви принять болѣе дѣятельное участіе въ судьбѣ Фарадея и доставить ему возможность заниматься исключительно наукою. Дэви не замедлилъ обратиться къ главному администратору Королевскаго института съ просьбою устроить Фарадея при лабораторіи. Полученный отвѣтъ былъ крайне курьезенъ и содержалъ слѣдующее:

«Если Фарадей на что-нибудь годенъ, то пусть онъ моетъ лабораторную посуду, если же онъ откажется отъ этого занятія, то, значитъ, онъ никуда не годится».

Отвѣтъ этотъ показался Дэви столь оскорбительнымъ для юноши, что онъ даже не сказалъ Фарадею о предложеніи главнаго администратора Королевскаго института, тѣмъ болѣе, что вскорѣ при лабораторіи института открылась вакансія лаборанта.

Дэви, завѣдывавшій лабораторіей, собственной властью назначилъ Фарадея на эту должность.

Такимъ образомъ, жаждавшій научной дѣятельности молодой человѣкъ получилъ, наконецъ, возможность навсегда оставить давно уже опротивѣвшее ему ремесло и всецѣло отдаться научнымъ работамъ.

Это случилось въ 1813 г. Какъ лаборантъ, Фарадей получалъ очень скромное жалованіе, но онъ былъ радъ и этому, такъ какъ это давало ему возможность посвятить себя любимой наукѣ.

Въ лабораторіи Фарадей въ свободное отъ служебныхъ обязанностей время приступилъ къ самостоятельнымъ опытамъ надъ разными химическими веществами. Изъ нихъ, между прочимъ, ему удалось соединить хлоръ и азотъ, считавшіеся до того несовмѣстимыми. Во время этихъ опытовъ произошло 4 взрыва, которые, благодаря только счастливой случайности, не причинили молодому изслѣдователю вреда.

Осенью 1813 же года Фарадей, по приглашенію Дэви, отправился съ профессоромъ въ путешествіе по Европѣ въ качествѣ «помощника натуралиста». Путешествіе это продолжалось до апрѣля 1815 г. и доставило Фарадею много крайне непріятныхъ минутъ, часовъ и дней, но вмѣстѣ съ тѣмъ оказало ему большую пользу, отразившись на всемъ его будущемъ.

Проживъ всю свою молодость въ Лондонѣ и привыкнувъ почти ежедневно встрѣчать своихъ родныхъ и знакомыхъ, онъ сильно тосковалъ въ разлукѣ по нимъ. Въ одномъ изъ писемъ своихъ

на родину онъ такъ выразился по этому поводу: «Всякую свободную минуту я думаю о своихъ. Мои воспоминанія объ оставшихся дома составляютъ успокоительный и освѣжающій бальзамъ для моего сердца, и тогда я не чувствую ни болѣзни, ни усталости. Пусть люди, думающіе иначе, считаютъ эти чувства пустыми и жалкими! Эти люди, свободные отъ сердечныхъ узъ, могутъ смотрѣть на міръ и смѣяться надъ людьми, болѣе естественными и потому преданными еще этимъ чувствамъ. Что касается меня, то я дорожу ими, какъ лучшимъ украшеніемъ человѣческаго сердца». Эта тоска, какъ и высокомѣрное и черезчуръ требовательное обращеніе профессора съ «помощникомъ натуралиста», составляли плохую сторону путешествія.

Съ другой стороны, посѣщая все новыя и новыя мѣста, Фарадей знакомился съ новыми людьми, съ новыми идеями, съ новой природою и, слушая попутно въ разныхъ университетскихъ городахъ лекціи извѣстныхъ профессоровъ, обогащался новыми знаніями. Всѣ свои впечатлѣнія онъ тщательно заносилъ въ свой дневникъ.

По возвращеніи въ Англію въ 1815 году, Фарадей снова занялъ свою прежнюю должность въ Королевскомъ институтѣ, но теперь уже на него смотрѣли нѣсколько иначе. Ему поручали не только всю подготовку для лекцій по химіи и физикѣ (что составляло раньше главное занятіе Фарадея), но также и разнаго рода анализы и другія работы въ лабораторіи института. Сообразно съ этимъ, и содержаніе Фарадея было увеличено. Вмѣ-

стѣ съ тѣмъ онъ началъ и самостоятельныя научныя изслѣдованія, описанія которыхъ стали появляться въ печати. Такъ, уже въ 1816 году была напечатана въ издававшемся при институтѣ ученомъ журналѣ большая работа Фарадея, гдѣ онъ разобралъ всѣ составныя части извести.

Прошли годы—и скромный переплетчикъ Фарадей сталъ однимъ изъ самыхъ знаменитыхъ профессоровъ, имя котораго, какъ выдающагося физика, получило извѣстность во всемъ ученомъ мірѣ. «Король физиковъ»—вотъ то лестное прозвище, подъ которымъ каждый образованный человѣкъ теперь сразу узнаетъ великаго Фарадея.

Микель (Михаилъ) Фарадей родился въ предмѣстьѣ Лондона Ньюингтонъ-Бэттѣ 22 сентября 1791 года и умеръ 25 августа 1867, 76 лѣтъ отъ роду. Отецъ Фарадея былъ кузнецъ, мать—дочь трактирщика, одинъ изъ дядей былъ кровельщикомъ, другой—башмачникомъ, третій — мелкимъ торговцемъ. Вся семья Фарадеевъ отличалась трудолюбіемъ, что, конечно, отразилось и на характерѣ мальчика. Дѣтскіе годы Михаила ничѣмъ не отличались отъ общаго воспитанія дѣтей въ семьѣ, поглощенной трудомъ: на мальчика не обращалось никакого вниманія, онъ былъ предоставленъ самому себѣ и большую часть дня проводилъ на улицѣ, играя въ камешки и нянчась съ своею маленькою сестрою. Еще ребенкомъ Фарадею приходилось заботиться о самомъ себѣ и полагаться только на свои силы, безъ посторонней помощи и руководителей, что развило въ немъ въ извѣстной сте-

пени самостоятельность и настойчивость въ достиженіи задуманныхъ цѣлей.

Грамотѣ и счету Фарадей научился въ начальной школѣ; затѣмъ онъ поступилъ мальчикомъ въ книжную лавочку, при которой находилась маленькая переплетная мастерская, и занялся исключительно переплетнымъ мастерствомъ. Профессію эту Фарадей, которому въ то время исполнилось 13 лѣтъ, выбралъ себѣ самъ, потому что она давала ему возможность, благодаря находящимся постоянно въ мастерской книгамъ, въ свободные отъ работы часы удовлетворять зародившуюся въ немъ страсть къ чтенію. По волѣ судьбы въ переплетной онъ, какъ уже указано, столкнулся съ членомъ Лондонскаго Королевскаго института, открывшимъ ему путь къ знанію и славѣ. Но прежде чѣмъ вступить на этотъ путь, ему пришлось цѣлыхъ восемь лѣтъ трудиться за переплетными станками. Только на 21-омъ году жизни Фарадей получилъ возможность окончательно «завербоваться подъ знамя науки», какъ онъ потомъ самъ выразился въ одномъ изъ своихъ писемъ.

Съ 1816 по 1818 годъ Фарадей напечаталъ рядъ мелкихъ замѣтокъ и небольшихъ статей по химіи. Къ 1818 году относится первая работа Фарадея по физикѣ, посвященная изслѣдованію звуковъ, которые обыкновенно издаются сильнымъ п л а м е н е м ъ. Вопросъ этотъ былъ разработанъ передъ тѣмъ французскимъ физикомъ Делярівомъ, который и объяснилъ, казалось, вполнѣ основательно это явленіе. Но Фарадей на цѣломъ рядѣ опытовъ убѣдился въ ошибочности указанныхъ

Деляривомъ причинъ даннаго явленія и установилъ для послѣдняго другое объясненіе, принятое и теперь въ наукѣ.

Открытіе ошибки въ работѣ такого опытнаго изслѣдователя, какимъ былъ Деляривъ, сразу подняло значеніе Фарадея въ глазахъ ученыхъ и заставило ожидать отъ него серьезныхъ работъ. Самъ Фарадей также получилъ бо́льшую увѣренность въ своихъ силахъ и сталъ съ бо́льшею охотою отдавать въ печать свои работы.

Съ 1818 по 1820 годъ Фарадей продолжалъ печатать замѣтки и статьи по вопросамъ химіи и физики. Въ это время его глубокое знаніе этихъ предметовъ было уже настолько очевидно всѣмъ, что въ 1819 году ему было поручено редактированіе журнала Королевскаго института. Въ 1820 году онъ напечаталъ записку «О двухъ новыхъ соединеніяхъ хлора и углерода и о новомъ соединеніи іода, углерода и водорода». Это была уже настолько серьезная работа, что она была допущена къ прочтенію въ засѣданіи Королевскаго общества и удостоилась помѣщенія въ его журналѣ.

Однако, весь промежутокъ времени съ 1815 по 1820 годъ былъ для Фарадея лишь подготовительнымъ періодомъ. Онъ не столько работалъ самостоятельно, сколько учился и готовился къ тѣмъ своимъ блестящимъ работамъ, которыя начались послѣ 1820 г.

Начиная съ 1821 г., слава Фарадея, какъ ученаго изслѣдователя и автора слѣдовавшихъ одно за другимъ открытій въ области физики и химіи,

распространялась не только по Англіи, но и по другимъ образованнымъ странамъ, главнымъ образомъ, по Франціи.

Когда Дэви по слабости здоровья долженъ былъ оставить свое профессорское мѣсто при Королевскомъ институтѣ, замѣстителемъ его былъ назначенъ Фарадей. Въ этомъ же году Фарадей женился, что, однако, нисколько не оторвало его отъ научныхъ занятій.

Въ 1823 г. Фарадею удалось превратить химическимъ путемъ въ жидкость твердое вещество—хлоръ. Это открытіе надѣлало много шуму, и молодой ученый началъ получать отъ всѣхъ университетовъ медали и почетные дипломы. Впослѣдствіи у него собралось до 25-ти медалей, почетныхъ дипломовъ и пр., полученныхъ за разныя открытія и научныя изслѣдованія.

Кромѣ того, къ нему стали поступать отъ многихъ большихъ предпріятій предложенія занять мѣсто главнаго руководителя работъ, при чемъ заводы обѣщали ему крупное жалованье, которое могло бы обогатить ученаго. Но онъ всѣ эти лестныя и выгодныя предложенія отклонялъ, предпочитая служеніе чистой наукѣ, и продолжалъ работать въ Королевскомъ институтѣ, дѣлая все новыя и новыя открытія.

Самыя важныя открытія Фарадей сдѣлалъ въ области электричества и магнетизма. Тутъ онъ обнаружилъ новые законы природы, которые дали многимъ ученымъ возможность сдѣлать массу цѣнныхъ изобрѣтеній по электричеству.

Труды же Фарадея, посвященные этимъ откры-

тіямъ, и поныні служатъ настольными книгами для химиковъ и физиковъ. Но кромѣ трудовъ, доступныхъ только спеціалистамъ, Фарадей написалъ много общедоступныхъ очерковъ, обогативъ ими научную литературу для самообразованія. Наиболѣе цѣннымъ вкладомъ въ эту литературу является его «Исторія свѣчки», которую онъ сначала прочелъ въ видѣ общедоступныхъ лекцій въ 1861 г., а потомъ издалъ отдѣльной книгой. Она до сихъ поръ еще представляетъ лучшее для юношества и людей, мало знакомыхъ съ химіей, пособіе по ознакомленію съ такимъ обычнымъ, но, вмѣстѣ съ тѣмъ, сложнымъ явленіемъ, какъ горѣніе свѣчки.

Слава Фарадея продолжала распространяться по всѣмъ угламъ ученаго міра. Многіе знаменитые физики и химики обращались къ Фарадею лично и письменно въ случаяхъ, когда тотъ или иной научный вопросъ казался имъ не вполнѣ разрѣшимымъ.

Тѣмъ не менѣе Фарадей не почилъ на лаврахъ и продолжалъ съ прежнимъ усердіемъ и прежней неутомимостью работать на пользу науки. Его трудолюбію не было границъ. Цѣлые дни проводилъ онъ въ лабораторіяхъ Королевскаго института или у себя въ кабинетѣ, производя опыты и вычисленія и записывая ихъ результаты. Онъ никогда не полагался на труды своихъ многочисленныхъ помощниковъ и сотрудниковъ, а самъ входилъ во всѣ мелочи научной работы, тщательно и подолгу провѣряя каждую изъ нихъ.

Усиленные труды страшно надломили его здоровье, которымъ онъ отличался въ молодости. Онъ

сталъ часто хворать; особенно ученаго стали донимать головныя боли, вызывавшія временами потерю памяти. Послѣднее давало себя чувствовать больше всего и заставило Фарадея, наконецъ, оставить нѣкоторыя изъ должностей, которыя онъ занималъ при Королевскомъ институтѣ и другихъ ученыхъ учрежденіяхъ.

Такъ какъ, оставляя эти должности, Фарадей лишался жалованья и начиналъ нуждаться въ средствахъ для жизни, то королева Англіи, Викторія подарила ему небольшой домъ на улицѣ Гэмтонъ-Кортъ-Гринъ въ Лондонѣ и назначила ему пожизненную пенсію.

Въ этомъ домѣ, прохворавъ цѣлый рядъ лѣтъ, великій ученый и умеръ 25-го августа 1867 г.

Согласно его предсмертной волѣ, похороны отличались особой скромностью, которой замѣчательна и вся жизнь великаго естествоиспытателя, сдѣлавшаго столько важныхъ и вѣчныхъ открытій на славу науки и на пользу человѣчества.

БЕСѢДА ПЕРВАЯ.

Свѣча и ея приготовленіе. Пламя свѣчи, его происхожденіе, форма, блескъ и подвижность.

Исторія свѣчки даетъ богатый матеріалъ для изученія природы, такъ какъ всѣ физическіе законы, управляющіе нашимъ міромъ, проявляются въ этой исторіи. Можно смѣло сказать, что нѣтъ ни одного такого химическаго явленія, котораго нельзя было бы обнаружить въ процессѣ горѣнія обыкновенной свѣчи и котораго не пришлось бы здѣсь коснуться.

На первый взглядъ горѣніе свѣчи кажется намъ явленіемъ весьма простымъ и несложнымъ. Однако, при внимательномъ и систематическомъ его изученіи, оказывается, что горѣніе—процессъ весьма сложный и что вещество свѣчи при горѣніи подвергается цѣлому ряду послѣдовательныхъ химическихъ превращеній. Разсматривая химическія

явленія, сопровождающія горѣніе свѣчи, мы попутно познакомимся со всѣми основными химическими законами.

Но, прежде чѣмъ начать мои бесѣды, я долженъ предупредить, что несмотря на то, что собираюсь изслѣдовать предметъ вполнѣ основательно и научно, я буду излагать его самымъ простымъ, понятнымъ языкомъ, для того, чтобы моимъ юнымъ друзьямъ было вполнѣ ясно все, что я буду имъ разсказывать.

Прежде всего я объясню, изъ чего состоитъ свѣчка. Вотъ тутъ у меня имѣется нѣсколько кусковъ дерева, замѣчательнаго по легкости, съ какой оно загорается, а вотъ еще кусочекъ особеннаго страннаго вещества, добываемаго изъ торфяниковъ Ирландіи и называемаго дерево-свѣчка. Это вещество представляетъ собою прекрасное, твердое, плотное дерево, вполнѣ годное для всякихъ деревянныхъ издѣлій. Въ то же время оно до того легко воспламеняется, что всюду, гдѣ это дерево встрѣчается, изъ него дѣлаютъ лучины и факелы, которые горятъ яркимъ, ровнымъ свѣтомъ, какъ самая лучшая свѣча.

Но въ нашихъ бесѣдахъ мы займемся преимущественно свѣчами, которыя доставляетъ намъ промышленность. Прежде всего возьмемъ такъ называемыя маканныя свѣчи. Ихъ изготовляютъ, погружая въ растопленное сало шнурки изъ бу-

мажныхъ нитокъ, привѣшенные на палку при помощи петель, сдѣланныхъ изъ нитокъ, сложенныхъ вдвое; когда шнурки пропитаются саломъ, ихъ вынимаютъ, даютъ салу на нихъ застыть; послѣ охлажденія шнурки опять погружаютъ въ сало и это повторяютъ до тѣхъ поръ, пока вокругъ

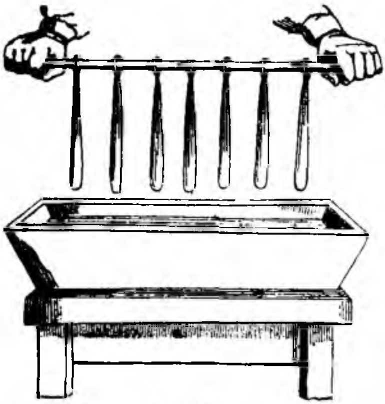


Рис. 1.

шнурка, играющаго роль фитиля, не образуется значительный слой сала. Образчики свѣчей, которые я вамъ показываю (рис. 1), могутъ дать вамъ понятіе, какъ различны по объему свѣчи, получаемыя такимъ способомъ. Вы видите, эти свѣчи довольно малы. Такія маленькія маканныя свѣчи въ старину употреблялись рабочими въ каменноугольныхъ копяхъ, такъ какъ въ то время думали, что чѣмъ меньше свѣча, тѣмъ легче избѣжать тѣхъ страшныхъ взрывовъ, ко-

торые происходятъ въ каменноугольныхъ копяхъ отъ воспламененія рудничнаго газа. Поэтому прежде въ каменноугольныхъ копяхъ, изъ предосторожности и бережливости, рудокопы употребляли самыя маленькія свѣчи, штукъ въ двадцать, тридцать, сорокъ и пятьдесятъ на фунтъ. Впослѣдствіи ихъ замѣнила предохранительная лампа Дэви и другія подобныя изобрѣтенія.

Вотъ у меня еще образчикъ, не менѣе любопытный: это свѣча съ корабля «Рояль-Джорджи» *), добытая изъ моря полковникомъ Песли. Она много лѣтъ пробыла на днѣ моря, подвергаясь дѣйствію соленой воды. Хотя эта свѣчка во многихъ мѣстахъ разломана, она горитъ ровнымъ пламенемъ, и сало сохранило всѣ свойственныя ему качества, что доказываетъ, какъ долго можетъ сохраняться подобная свѣча.

Владѣлецъ свѣчного завода Фильдъ изъ Ламдеса далъ мнѣ прекрасные образцы свѣчей и образчики матеріаловъ свѣчного производства, съ которыми я хочу васъ познакомить. Во-первыхъ, вотъ бычачій жиръ, кажется изъ Россіи, или такъ называемое

---

*) «Рояль-Джорджи» (Royal George), военный англійскій корабль, который утонулъ въ Спитгедскомъ портѣ 29 августа 1782 г. Полковникъ Песли началъ работы по поднятію судна въ августѣ 1839 г. Слѣдовательно, свѣчи, которыя профессоръ Фарадей показывалъ своимъ слушателямъ, пробыли пятьдесятъ семь лѣтъ подъ дѣйствіемъ соленой воды.

русское сало, изъ котораго дѣлаютъ вышеупомянутыя маканныя свѣчи. Благодаря способу, изобрѣтенному Гей-Люссакомъ *), можно превращать этотъ матеріалъ въ прекрасное вещество, называемое стеариномъ. Стеариновыя свѣчи, какъ вамъ извѣстно, не пачкаютъ такъ рукъ, какъ свѣча изъ сала: онѣ довольны чистыя, и если взять упавшія съ горящей свѣчки, застывшія капли стеарина, то ихъ можно растереть въ сухой порошокъ. Способъ, предложенный названнымъ ученымъ, состоитъ въ слѣдующемъ. Сначала кипятятъ бычачій жиръ съ негашеной известью; получается родъ мыла; это мыло растворяютъ сѣрной кислотой, которая соединяется съ известью и освобождаетъ жиръ, который называется стеариновой кислотой, выдѣляя въ то же время нѣкоторое количество густой, какъ сиропъ, жидкости—глицерина. Далѣе, при помощи пресса, выжимаютъ всѣ маслянистыя части: вотъ нѣсколько лепешекъ, на которыхъ вы можете видѣть постепенное очищеніе сала отъ примѣси маслянистыхъ частицъ по мѣрѣ усиленія давленія въ прессѣ. Полученную совершенно чистую однородную массу растапливаютъ и отливаютъ изъ нея

*) Луи-Жозефъ Гей-Люссакъ, знаменитый французскій химикъ (1778—1850), профессоръ въ Парижѣ, сдѣлавшій много научныхъ открытій въ области химіи и цѣлый рядъ изобрѣтеній и усовершенствованій въ химическихъ производствахъ.

свѣчи, подобныя тѣмъ, какія вы здѣсь видите. Свѣча, которую я держу въ рукѣ, приготовлена вышеописаннымъ мною способомъ. А вотъ свѣча, сдѣланная изъ спермацета, приготовляемаго изъ очищеннаго жира кашалота *). Далѣе мы имѣемъ здѣсь воскъ желтый и очищенный, употребляемый для выдѣлки восковыхъ свѣчей, и парафинъ **) и нѣсколько свѣчей изъ него; парафинъ этотъ добытъ изъ ирландскихъ торфяниковъ. Кромѣ того, у меня здѣсь имѣется еще одинъ продуктъ, вывозимый изъ Японіи: родъ воска, также употребляемый для выдѣлки свѣчей.

А какъ вообще изготовляются свѣчи? Я уже говорилъ вамъ о такъ называемыхъ маканныхъ свѣчахъ. Теперь разскажу, какъ приготовляютъ литыя свѣчи. Представьте себѣ свѣчку изъ вещества, которое можно отливать въ формахъ. «Отливать?»—спросите вы и пожалуй начнете разсуждать, что если свѣчка такъ легко топится, то ее не трудно отливать. Нѣтъ: вы будете удивлены, узнавъ, сколько неожиданныхъ препятствій приходится при этомъ побѣждать на практикѣ, не-

*) Спермацетъ—жирное, плотное бѣлое вещество, ломкое и мягкое на ощупь. *Онъ получается изъ клѣтчатки*, находящейся между мозговыми оболочками нѣкоторыхъ видовъ кашалотовъ.

**) Парафинъ—совершенно бѣлое, воскообразное вещество, получаемое изъ нефти перегонкой, изъ особаго сорта торфа и пр.

смотря на успѣхи этого производства и наперекоръ усиліямъ найти лучшій способъ для достиженія желаемыхъ результатовъ. Не всякую свѣчку можно отливать. Напр. восковыя свѣчи нельзя получить этимъ путемъ. Ихъ изготовляютъ способомъ, который я объясню вамъ въ краткихъ словахъ. Воскъ, который горитъ такъ хорошо и такъ легко плавится на свѣчкѣ, не годенъ для отливанія свѣчей. Потому возьмемъ вещество, болѣе пригодное для этой цѣли. Здѣсь у меня имѣется рама съ отверстіями (рис. 2), въ которыхъ утверждено нѣсколько формъ (рис. 3). Прежде всего вставимъ въ форму свѣтильню. Возьмемъ плетеную свѣтильню, которая не дастъ нагара *); она поддерживается при помощи тонкой проволоки. Такую свѣтильню пропускаютъ до дна формы, гдѣ прикрѣпляютъ затычкой, которая не только поддерживаетъ свѣтильню, но и затыкаетъ отверстіе, чтобы жидкость не проливалась. Наверху формы находится маленькая поперечная пластинка (рис. 3, B), которая натягиваетъ свѣтильню и поддерживаетъ ее такимъ образомъ въ прямомъ направленіи въ формѣ, которую затѣмъ наполняютъ растопленнымъ жиромъ.

Черезъ нѣсколько времени, когда жиръ въ

---

*) Свѣтильня иногда пропитывается бурою или фосфорною солью, чтобы зола ея могла легче плавиться и не давать нагара.

формахъ остынетъ, излишекъ его снимаютъ и срѣзываютъ конецъ свѣтильни, такъ что въ формахъ



Рис. 2.

остается только готовая свѣча. Чтобы вынуть свѣчи, формы опрокидываютъ, и свѣчи вывали-

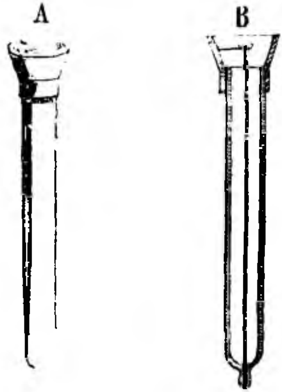


Рис. 3.

ваются: имѣя конусообразную форму и будучи внизу уже, чѣмъ вверху, онѣ безъ усилій вы-

падаютъ изъ формы, тѣмъ болѣе, что объемъ ихъ отъ охлажденія уменьшился. Такимъ же образомъ дѣлаютъ стеариновыя и парафиновыя свѣчи.

Совершенно другимъ способомъ приготовляются восковыя свѣчи. На деревянную вѣшалку (рис. 4) привѣшиваютъ на веревкахъ деревянный обручъ въ горизонтальномъ положеніи; къ нему прикрѣпляютъ цѣлый рядъ свѣтиленъ, снабженныхъ на каждомъ концѣ желѣзными наконечниками, которые не даютъ воску покрывать концы. Обручъ, обвѣшенный свѣтильнями, прикрѣпляется надъ сосудомъ, въ которомъ топится воскъ. Обручъ этотъ легко вращается вокругъ своей оси и по мѣрѣ того, какъ онъ вертится, рабочій большой ложкой, наполненной воскомъ, обливаетъ имъ каждую свѣтильню. Когда воскъ на свѣтильняхъ застыне , рабочій вторично обливаетъ ихъ воскомъ и продѣлываетъ это до тѣхъ поръ, пока не получатся свѣчи желаемой тол-



Рис. 4.

щины. Тогда ихъ снимаютъ и выглаживаютъ катаніемъ на полированной каменной плитѣ; верхушку обдѣлываютъ конусообразно инструментомъ, называемымъ головчатымъ ножомъ. Низъ соскабливаютъ.

Хорошій рабочій пріобрѣтаетъ такой навыкъ въ этой работѣ, что можетъ сдѣлать свѣчи совершенно опредѣленной величины, т.-е. смотря по требованію, такія, которыхъ на фунтъ пойдетъ ровно 4, 5 или 6, словомъ, сколько угодно. Эти свѣчи называются обливанными свѣчами.

Но, не останавливаясь долѣе на простой выдѣлкѣ свѣчей, скажемъ нѣсколько словъ о дорогихъ свѣчахъ. Роскошь проникла и въ свѣчное производство, какъ со стороны формы, такъ и окраски. Взгляните, какъ великолѣпно раскрашены многія свѣчи; взгляните на эти желтыя, голубыя, розовыя, коричневыя свѣчи, для окрашиванія которыхъ употребляютъ краски всевозможныхъ цвѣтовъ, какъ изобрѣтенныя недавно, такъ и давно открытыя. Вы видите также, что свѣчамъ придаютъ различныя формы. Вотъ хорошенькая витая колонка, а здѣсь вы видите свѣчи, раскрашенныя пестрыми цвѣтами, такъ что когда онѣ горятъ, передъ вами точно маленькое солнце, освѣщающее букетъ цвѣтовъ. Но не все то, что красиво,—полезно, и эти витыя свѣчи, несмотря на красивую форму, горятъ хуже обыкновенныхъ, вслѣдствіе именно этой своей

красивой, но нецѣлесообразной формы. Итакъ, вы видите, что здѣсь красота идетъ въ ущербъ пользѣ.

Приступимъ однако къ самому существу вопроса, а именно къ изученію пламени свѣчи. Зажжемъ одну свѣчу или двѣ и заставимъ ихъ такимъ образомъ выполнять свое назначеніе. Вы знаете, какъ велика разница между лампою и свѣчею. Лампа состоитъ изъ резервуара, въ которомъ находится масло; въ это масло погруженъ фитиль, сдѣланный изъ хлопчатой бумаги. Верхушку фитиля зажигаютъ. Пламя, спускаясь по свѣтильнѣ, встрѣчаетъ масло и потухаетъ, продолжая горѣть только въ верхней части свѣтильни. Вамъ извѣстно, что при этомъ горитъ не сама свѣтильня, а масло на ней. Вы меня, вѣроятно, спросите, какимъ образомъ масло, которое само не можетъ горѣть, достигаетъ верхушки свѣтильни и тамъ горитъ? Мы сейчасъ разсмотримъ это явленіе; но прежде я спрошу васъ, не кажется ли вамъ еще болѣе удивительнымъ горѣніе свѣчи? Вѣдь въ свѣчкѣ мы имѣемъ твердое вещество, не нуждающееся въ резервуарѣ, чтобы удерживаться. Какимъ же образомъ оно, не будучи жидкимъ, попадаетъ на то мѣсто, гдѣ находится пламя? Если же это вещество превращается при горѣніи въ жидкость, то какимъ образомъ свѣча сохраняетъ свою форму? Вотъ что въ свѣчѣ дѣйствительно удивительно!

Въ нашей комнатѣ чувствуется довольно сильное движенiе воздуха, которое при нѣкоторыхъ нашихъ опытахъ будетъ помогать намъ, а при иныхъ мѣшать. Во избѣжанiе этого неудобства я устрою такъ, чтобы получить пламя спокойное и ровное, потому что нельзя изучать химическое явленiе, когда оно сопровождается побочными обстоятельствами. Для устраненiя вышеописаннаго неудобства мы воспользуемся опытомъ простыхъ уличныхъ торговцевъ, которые придумали особое приспособленiе для того, чтобы получить ровное пламя въ свѣчахъ. Это изобрѣтенiе состоитъ въ томъ, что свѣчу вставляютъ въ ламповое стекло, поддерживаемое особой заслонкой, которая даетъ по желанiю возможность поднимать и опускать стекло. Благодаря этому стеклу получается совершенно спокойное, ровное пламя, которое легко изучить во всѣхъ подробностяхъ, что вы, вѣроятно, не преминете продѣлать у себя дома.

Итакъ, приступимъ къ изученiю пламени.

Прежде всего обратимъ вниманiе на то, что верхнiй слой свѣчки, непосредственно касающiйся пламени, образуетъ красивую выемку, въ родѣ чашки (рис. 5).

Воздухъ, притекающiй къ свѣчѣ, поднимается вверхъ, благодаря теплому току. Вслѣдствiе этого движенiя воздуха, внѣшнiй слой свѣчи сильно охлаждается и середина чашки таетъ быстрѣе,

чѣмъ ея края, такъ какъ на нее сильнѣе дѣйствуетъ теплота пламени, стремящагося по фитилю свѣчи опуститься внизъ.

Пока воздухъ равномѣрно притекаетъ къ свѣчѣ, до тѣхъ поръ края чашки остаются совершенно ровными, и расплавленная масса, находящаяся въ ней, имѣетъ горизонтальную поверхность. Но лишь только я произведу влѣво или вправо движеніе воздуха, въ чашкѣ образуется проломъ, и растаявшая масса свѣчи потечетъ внизъ, потому что жидкость эта удерживалась въ горизонтальномъ положеніи, благодаря правильнымъ краямъ чашечки, но какъ скоро чашка утратила правильную форму, жидкость выливается изъ нея, какъ по жолобу. Итакъ, мы видимъ, что правильная форма чашки образуется, благодаря равномѣрному движенію воздуха, который, дѣйствуя на всѣ точки поверхности свѣчи, защищаетъ отъ жара внѣшнія части чашки. Горючее вещество, не обладающее свойствомъ образовывать такія чашки, не годится для выдѣлки свѣчей. Исключеніе составляетъ вышеупомянутое свѣчное дерево, находимое въ торфяникахъ Ирландіи: оно похоже на губку, пропитанную горючимъ матеріаломъ.

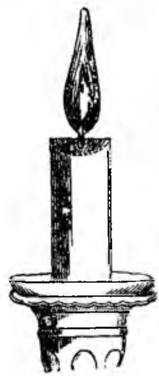


Рис. 5.

Теперь вы уже конечно догадываетесь, отчего

такъ плохо горятъ красивыя по виду свѣчи, которыя я вамъ показывалъ; онѣ не имѣютъ формы правильнаго цилиндра, такъ какъ поверхность ихъ покрыта желобками, которые нарушаютъ правильный притокъ воздуха. Вслѣдствіе этого получается чашка съ неровными краями и потому свѣчи эти капаютъ и горятъ неровнымъ свѣтомъ.

Красота, значитъ, здѣсь въ ущербъ практичности. Не тотъ предметъ лучше, который болѣе нравится взору, а тотъ, который всего совершеннѣе выполняетъ свое назначеніе. Эта хорошенькая свѣча будетъ горѣть дурно, потому что будетъ производить неправильное теченіе воздуха, которое, въ свою очередь, дастъ неправильную чашку. Вы увидите, какъ дѣйствуетъ теченіе воздуха, если будете разсматривать натекъ, выступающій изъ чашки, текущій по свѣчкѣ и дѣлающій ее съ одной стороны толще, чѣмъ съ другихъ (рис. 6). Свѣча будетъ сгорать, а натекъ этотъ оставаться и образуетъ столбикъ, параллельный свѣтильнѣ. Такъ какъ онъ выдается надъ прочими частями горючаго вещества, то воздухъ больше окружаетъ его; поэтому онъ лучше охлаждается и становится болѣе способнымъ противиться дѣйствію тепла, распространяемаго пламенемъ.

Такимъ образомъ, ошибки, дѣлаемыя въ изготовленіи свѣчей, какъ и въ другихъ отрасляхъ

человѣческой дѣятельности, расширяютъ наши знанія, которыхъ мы никогда не получили бы, если бы не было сдѣлано ни малѣйшей ошибки. Ошибки научаютъ насъ изучать природу вещей, и я надѣюсь, что вы, встрѣтивъ какое-нибудь непонятное съ перваго взгляда явленіе, не преминете спро-

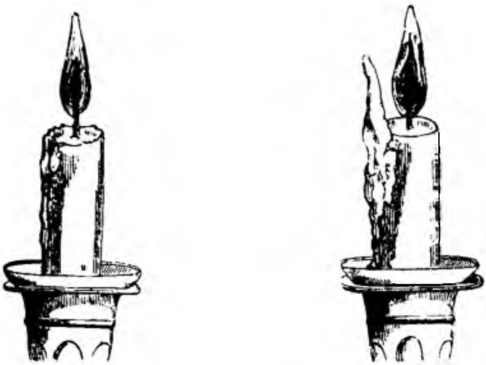


Рис. 6.

сить себя: «Какая причина этого явленія? Отчего оно такъ происходитъ?» И вы всегда найдете отвѣтъ, если будете добиваться его.

Теперь намъ нужно найти отвѣтъ на вопросъ, какимъ образомъ жидкость выходитъ изъ чашки и поднимается къ тому мѣсту свѣтильни, гдѣ происходитъ горѣніе? Вы знаете, что пламя стеариновой, спермацетовой или сальной свѣчи не спускается по фитилю до того горючаго вещества, которое его питаетъ; оно остается на одномъ мѣ-

стѣ, на нѣкоторомъ разстояніи отъ расплавленнаго вещества свѣчи и не захватываетъ краевъ чашки. Трудно придумать болѣе строгую послѣдовательность, чѣмъ это явленіе, при которомъ различныя части горящей свѣчи взаимно помогаютъ другъ другу. Свѣча представляетъ собою одно изъ горючихъ веществъ, которое сгораетъ понемногу и никогда все сразу не охватывается пламенемъ! Это должно казаться намъ удивительнымъ, особенно, если принять въ соображеніе могущество пламени и быстроту, съ которою, при другихъ условіяхъ, оно уничтожило бы то вещество, которое питаетъ его въ свѣчкѣ.

Мы знаемъ, какъ легко пламя мѣняетъ форму всякаго горючаго вещества, къ которому оно прикасается. Но, спрашивается, какимъ образомъ пламя питается горючимъ матеріаломъ? Вопросъ этотъ приводитъ насъ къ одному изъ любопытнѣйшихъ физическихъ явленій—къ капиллярному или волосному притяженію *). Вслѣдствіе капиллярнаго при-

*) Капиллярное притяженіе или отталкиваніе или просто **волосность** есть сила, вслѣдствіе которой жидкость поднимается или опускается по волосной трубкѣ. Если погрузить въ воду стеклянную трубку, съ обѣихъ сторонъ открытую, то вода немедленно поднимется въ ней на болѣе высокій уровень, чѣмъ въ сосудѣ, въ который она опущена. Если же эту трубку погрузить въ ртуть, то получимъ противное: уровень ртути въ трубкѣ будетъ ниже уровня ея въ сосудѣ.

тяженія или волосности, вещество, поддерживающее пламя, притягивается къ тому мѣсту, гдѣ совершается горѣніе, и тамъ откладывается, но не какъ попало, а въ самой серединѣ пламени. Чтобы вы лучше поняли явленіе капиллярнаго притяженія, я вамъ приведу нѣсколько примѣровъ, на которыхъ вы увидите, какъ два вещества, не-

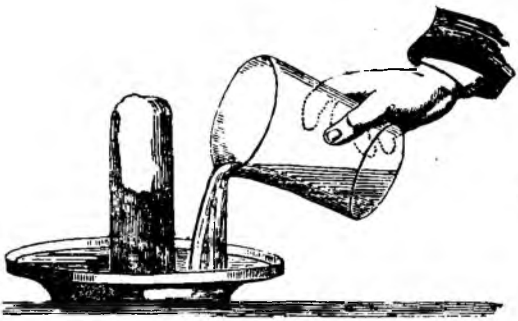


Рис. 7.

способныя раствориться другъ въ другѣ, соединяются между собой. Когда вы хотите вымыть руки, вы ихъ смачиваете водою, и руки ваши, дѣйствительно, дѣлаются мокрыми. Это происходитъ вслѣдствіе того самаго капиллярнаго притяженія, о которомъ я говорю. Мало того: если руки чисты, что рѣдко бываетъ, такъ какъ онѣ очень легко загрязняются,—то, при погруженіи пальца въ теплую воду, послѣдняя будетъ подниматься по пальцу, при чемъ она поднимется на немъ выше уровня воды въ сосудѣ.

Возьмемъ другой примѣръ. На этой тарелкѣ (рис. 7) мы имѣемъ пористое вещество — столбикъ соли; нальемъ въ тарелку, къ подножію столбика, не воды, какъ вы, быть можетъ, подумаете, а жидкости, насыщенной солью и неспособной болѣе поглощать ее; поэтому, явленіе, которое сейчасъ произойдетъ передъ вами, нельзя объяснить растворенiемъ соли. Представимъ себѣ, что тарелка изображаетъ свѣчку, столбикъ соли— свѣтильню, соляной растворъ — растопленный воскъ. Чтобы вамъ виднѣе было дѣйствіе жидкости, я окрасилъ ее въ синій цвѣтъ. Я лью ее на тарелку, и вы видите, что мало-по-малу жидкость поднимается по соляному столбику все выше и выше и если столбикъ не обвалится, то она можетъ подняться до самой вершины его.

Если бы эта синяя жидкость могла горѣть, и если бы мы положили на вершину столбика свѣтильню, то можно было бы на ней зажечь эту жидкость. Это явленіе весьма любопытно. Подобно тому, какъ полотенце, которымъ мы вытираемъ руки, впитываетъ въ себя влагу съ нашей кожи, такъ свѣтильня свѣчи впитываетъ въ себя растопленный воскъ, стеаринъ и т. п., которые при этомъ поднимаются вверхъ по свѣтильнѣ и достигаютъ пламени.

Если случайно, вытеревъ руки, мы бросимъ полотенце на край умывальника, при чемъ оно

очутится въ водѣ, то черезъ нѣсколько времени замѣтимъ, что вода по полотенцу перешла на полъ, при чемъ полотенце сыграло роль сифона.

Чтобы лучше показать вамъ, какъ дѣйствуютъ другъ на друга различныя вещества, я покажу вамъ сосудъ, сплетенный изъ металлической проволоки и наполненный водою. Дѣйствіе этого сосуда можно сравнить съ дѣйствіемъ куска бумажной ткани или миткаля; впрочемъ иногда дѣлаютъ свѣтильни и изъ металлической проволоки. Вы видите, что сосудъ этотъ пористый; если я сверху буду лить на него воду, она будетъ вытекать снизу. Но вмѣстѣ съ тѣмъ онъ будетъ наполненъ водою, хотя все время, что мы лили въ него воду, она вытекала изъ него. Я думаю, что вы затруднитесь дать объясненіе этому. Но я объясню вамъ причину этого таинственнаго на первый взглядъ явленія: металлическая сѣтка, будучи намочена, остается мокрою; и такъ какъ эта сѣтка очень густая, то вода съ такой силой притягивается къ ней, что не можетъ стечь, хотя сосудъ и пористъ. Такимъ же образомъ частицы растопленной массы свѣчи поднимаются въ бумажной ткани свѣтильни и восходятъ на верхъ; за ними слѣдуютъ другія частицы, вслѣдствіе взаимнаго притяженія, и, одна за другой приближаясь къ пламени, постепенно сгораютъ.

Вотъ другой примѣръ того же явленія: Возь-

мемъ кусокъ тростника. На улицахъ я встрѣчалъ мальчиковъ, которые, желая прослыть за взрослыхъ, курили вмѣсто сигары куски тростника. Тростникъ имѣетъ продольные канальцы, т.-е. обладаетъ капиллярностью. Поставивъ этотъ кусокъ тростника на тарелку, наполненную бензиномъ, мы увидимъ, что бензинъ будетъ подниматься по тростнику, какъ синяя жидкость поднималась у насъ въ столбикѣ соли, до самаго верху. Стѣнки тростника покрыты оболочкой, не имѣющей поръ или скважинъ; поэтому, жидкость не можетъ проникнуть наружу и будетъ задерживаться внутри тростника. Вотъ бензинъ поднялся на самый верхъ тростника, я зажгу его и, такимъ образомъ, обращу тростниковую палочку въ свѣчку. Бензинъ, вслѣдствіе волосности, поднялся по тростнику, подобно тому, какъ поднимается расплавленная масса свѣчки въ бумажной свѣтильнѣ.

Теперь является очень важный вопросъ, а именно: почему пламя не сбѣгаетъ вдоль всей свѣтильни свѣчи внизъ? Это объясняется тѣмъ, что, когда пламя касается растопленной массы, послѣдняя гаситъ пламя. Вамъ извѣстно, что свѣчу можно потушить, перевернувъ ее такъ, чтобы ея растопленная масса потекла по свѣтильнѣ на пламя. Въ этомъ случаѣ пламя не успѣваетъ настолько сильно нагрѣть растопленную массу, чтобы она могла горѣть, какъ бываетъ въ томъ случаѣ, когда она

прибываетъ къ пламени постепенно, небольшими частицами, уже подвергшимися дѣйствію жара.

Теперь надо обратить вниманіе на другое очень интересное явленіе, замѣчаемое при горѣніи свѣчи, а именно—на газообразное состояніе горючаго вещества. Чтобы объяснить вамъ это, я сдѣлаю очень простой опытъ. Когда вы тушите свѣчу, вы замѣчаете, что отъ нея поднимается маленькое облачко

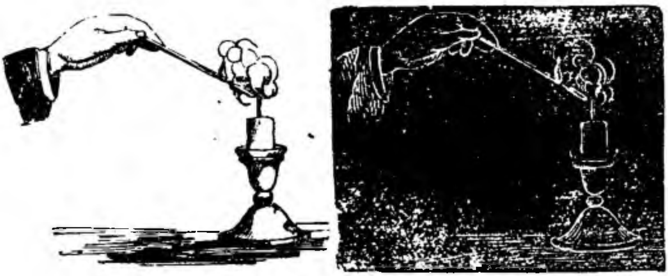


Рис. 8.

дыма. Вамъ, безъ сомнѣнія, знакомъ запахъ, распространяемый потушенной свѣчей, и вы знаете, что онъ очень непріятенъ. Если вы, какъ я уже сказалъ, сумѣете потушить свѣчу очень осторожно, то легко различите облачко пара, который есть не что иное, какъ видоизмѣнившееся плотное вещество свѣчи. Я потушу свѣчу такъ, чтобы не произвести сильнаго движенія воздуха. Для этого стоитъ только нѣкоторое время подышать на свѣчу. Если я при этомъ поднесу къ свѣтильнѣ, на разстояніи двухъ или трехъ пальцевъ, зажженную спичку (рис. 8),

то вы увидите, какъ пламя горящей спички по струѣ пара, исходящей отъ только что задутой свѣчи, перескочитъ на ея свѣтильню. Но это надо продѣлать такъ быстро, чтобы струя пара не успѣла остыть, такъ какъ въ такомъ случаѣ она превратится или въ жидкость или въ твердое тѣло, или совершенно улетучится.

Теперь постараемся разсмотрѣть строеніе пламени. Намъ очень важно получить ясное понятіе о томъ превращеніи, которому подвергается вещество свѣчи на концѣ свѣтильни, гдѣ оно сіяетъ удивительннымъ блескомъ, свойственымъ одному только пламени. Мы знаемъ, какъ блеститъ золото и серебро, какъ сверкаютъ рубины и алмазы; но ничто не сравнится съ удивительнымъ блескомъ пламени. Какой брилліантъ можно сравнить по блеску съ пламенемъ? Вѣдь ночью брилліантъ сверкаетъ, благодаря именно освѣщающему его пламени. Пламя сіяетъ среди мрака; блескъ же алмаза гаснетъ, если его не освѣщаетъ какой-нибудь лучъ свѣта. Свѣча же свѣтитъ сама отъ себя, для себя самой и для тѣхъ, кто собралъ воедино ея составныя части.

Разсмотримъ строеніе пламени, въ томъ видѣ, въ какомъ оно представляется намъ внутри стекла, предохраняющаго пламя отъ движенія воздуха. Пламя горитъ ровно и имѣетъ въ общемъ ту форму, какая изображена на нашемъ рисункѣ, но обыкно-

венно видъ пламени мѣняется вслѣдствіе движенія воздуха и въ зависимости отъ величины свѣчи. У насъ оно имѣетъ видъ блестящаго продолговатаго конуса, который вверху ярче, чѣмъ внизу; въ серединѣ, ближе къ свѣтильнѣ можно замѣтить болѣе темную часть пламени. Происходитъ это оттого, что здѣсь сгораніе вещества свѣчи не такое полное, какъ въ верхней части. У меня здѣсь имѣется рисунокъ, сдѣланный нѣсколько лѣтъ тому назадъ ученымъ Гукеромъ. На рисункѣ изображено пламя лампы, но его можно примѣнить къ пламени свѣчи. Чашечка свѣчи замѣняетъ резервуаръ лампы, расплавленное вещество свѣчи масло, а свѣтильня есть и у свѣчей, и у лампъ. На рис. Гукера (рис. 9) надъ свѣтильнею поднимается пламя; его окружаетъ невидимый слой, существованіе котораго вамъ, вѣроятно, неизвѣстно. А именно онъ изобразилъ слой окружающаго воздуха, необходимаго для образованія пламени и всегда находящагося вблизи него. Далѣе онъ изобразилъ токъ воздуха, поднимающаго пламя кверху; пламя, которое вы видите, поднято этимъ теченіемъ воздуха на значительную высоту, какъ это показано на ри-



Рис. 9

сункѣ. Въ этомъ можно убѣдиться, поставивъ горящую свѣчу между лучами солнца и листомъ бумаги такъ, чтобы получилась на бумагѣ тѣнь пламени свѣчи. Не странно ли это, что пламя, обладающее достаточнымъ свѣтомъ, чтобы образовать тѣнь отъ всякихъ другихъ предметовъ, само тоже даетъ тѣнь? При этомъ ясно видно, вокругъ тѣни пламени свѣчи, нѣчто, не входящее въ его составъ, но поднимающееся рядомъ съ нимъ и заставляющее и его подниматься вверхъ. Такъ какъ у насъ теперь солнца нѣтъ, то я постараюсь замѣнить его другимъ источникомъ свѣта. Взявъ большую электрическую лампу, мы получимъ сильный свѣтъ, могущій замѣнить свѣтъ солнца. Поставивъ свѣчку между этимъ свѣтомъ и экраномъ, получимъ тѣнь отъ пламени. На рис. 10 вы видите тѣнь и отъ свѣчки, и отъ пламени; тутъ вы видите темную часть пламени, какъ она изображена на рисункѣ Гукера, и часть болѣе ясную. Обратите вниманіе, что та часть, которая на тѣни кажется самою темною, въ дѣйствительности самая свѣтлая, и наоборотъ. Далѣе, вы видите притокъ нагрѣтаго

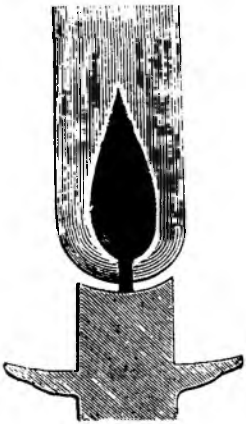


Рис. 10.

воздуха, который приподнимаетъ пламя кверху, питаетъ его и вмѣстѣ съ тѣмъ охлаждаетъ края чашки.

Другой опытъ покажетъ вамъ, какъ пламя, въ зависимости отъ движенія воздуха, поднимается или опускается. Этотъ опытъ я вамъ покажу не на пламени свѣчи, а на другомъ пламени. При

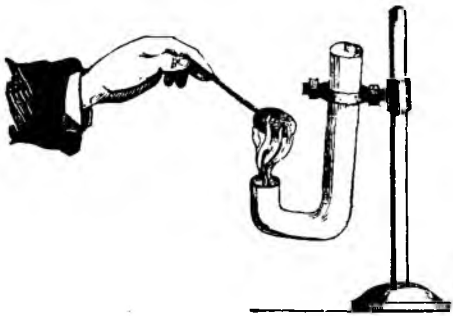


Рис. 11.

этомъ я хочу вамъ показать дѣйствіе на пламя не восходящаго тока воздуха, а нисходящаго, т. е. такого, который не опускалъ бы, а не поднималъ пламя. Это легко сдѣлать при помощи маленькаго прибора, который вы здѣсь видите (рис. 11). Пламя въ данномъ случаѣ, какъ я уже сказалъ вамъ, получается не отъ свѣчи, а отъ горѣнія спирта, который не дастъ дыма. Такъ какъ пламя это свѣтитъ слабымъ свѣтомъ, то, чтобы легче было слѣдить за пламенемъ, я его окрашу какимъ-ни-

будь веществомъ, иначе оно было бы едва замѣтно *). Я зажигаю спиртъ, и мы получаемъ пламя, которое, находясь въ обыкновенныхъ условіяхъ, поднимается кверху, вслѣдствіе восходящаго тока воздуха, поддерживающаго горѣніе; дуя сверху на пламя, я заставляю его опускаться въ эту маленькую трубку, такъ какъ я измѣняю этимъ направленіе тока воздуха. Передъ окончаніемъ нашей бесѣды я покажу вамъ лампочку, гдѣ пламя будетъ подниматься вверхъ, а дымъ опускаться, или наоборотъ, пламя будетъ опускаться, а дымъ подниматься. Итакъ, вы видите, что, измѣняя направленіе тока воздуха, мы можемъ мѣнять направленіе пламени.

Я долженъ теперь обратить ваше вниманіе на другія явленія. Мы видѣли разные виды пламени, которые отличаются другъ отъ друга по формѣ, зависящей отъ направленія тока питающаго пламя воздуха. Но если мы пожелаемъ основательнѣе изучить строеніе пламени, то должны сдѣлать пламя до нѣкоторой степени неподвижнымъ. Мы можемъ получить такое неподвижное пламя, что съ него легко сдѣлать фотографическіе снимки; такіе снимки необходимы для подробнаго изученія пламени. Но это еще не все, что я хочу сообщить вамъ.

Взявъ пламя, достаточно длинное, мы замѣ-

*) Можно получить пламя красиваго зеленаго цвѣта, растворивъ въ алкоголѣ хлористую мѣдь.

тимъ, что оно не можетъ сохранить равномѣрную форму и будетъ сильно вѣтвиться. Чтобы показать наглядно это явленіе, я возьму вмѣсто свѣчи новое горючее вещество. Вотъ у меня здѣсь большой комъ ваты; намочимъ его спиртомъ, зажжемъ и посмотримъ, чѣмъ его пламя будетъ отличаться отъ пламени свѣчки. Разница въ самомъ дѣлѣ получается очень большая: полученное пламя гораздо сильнѣе, красивѣе и ярче пламени свѣчки. Вы замѣчаете красивые огненные языки пламени, поднимающіеся кверху. Общее направленіе пламени здѣсь одинаковое съ пламенемъ свѣчки, но здѣсь выдѣляются еще эти языки, которыхъ нѣтъ въ томъ пламени. Отчего же они происходятъ? Я объясню вамъ это, и если вы хорошенько разберете это явленіе, то вамъ легко будетъ слѣдить за моимъ дальнѣйшимъ изложеніемъ. Я предполагаю, что нѣкоторымъ изъ васъ хорошо извѣстенъ опытъ, который мы сейчасъ произведемъ. Навѣрное многіе изъ васъ знакомы съ извѣстной англійской игрой, гдѣ дѣти зажигаютъ въ темной комнатѣ чашку съ изюмомъ и спиртомъ. Эта игра прекрасно объясняетъ строеніе пламени.

Вотъ у меня здѣсь чашка; чтобы опытъ хорошо удался, слѣдуетъ нагрѣть предварительно чашку, а также и изюмъ.

Въ свѣчѣ мы наблюдали чашку съ расплавленнымъ веществомъ свѣчи; здѣсь мы имѣемъ чаш-

ку со спиртомъ, а изюминки играютъ роль свѣтиленъ. Я бросаю ихъ въ чашку, зажигаю спиртъ, и вы сразу видите красивые огненные языки, о которыхъ я вамъ говорилъ (рис. 12). Они образуются воздухомъ, проходящимъ черезъ края чашки. Какимъ образомъ? Да такимъ, что при сильномъ притокѣ воздуха и неравномѣрномъ го-

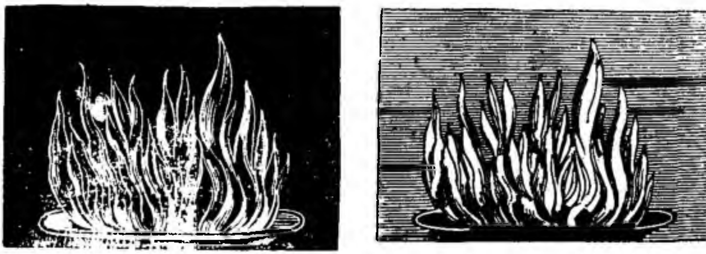


Рис. 12.

рѣніи пламя не можетъ образовать цѣльную ровную струю. Воздухъ при этомъ такъ неравномѣрно притекаетъ, что образуетъ эти маленькіе языки, которые при равномѣрномъ притокѣ воздуха сливались бы и составили бы ровное пламя. Итакъ, здѣсь мы какъ бы получаемъ множество отдѣльныхъ свѣчей. Но не думайте, что отдѣльные языки, сливаясь, даютъ изображеніе пламени; пламя, которое мы получили, зажигая комъ ваты, не имѣетъ той формы, которую мы видимъ здѣсь. Напротивъ, оно состоитъ изъ множества отдѣльныхъ очертаній, слѣдующихъ другъ за другомъ

такъ быстро, что мы не можемъ замѣтить каждаго въ отдѣльности, а схватываемъ ихъ общій видъ. Эти огненные языки возникаютъ не вдругъ: но, смѣняя другъ друга съ неимовѣрной быстротой, кажутся намъ одновременными.

Очень жаль, что сегодня мы не пошли дальше этой дѣтской игры. Это послужитъ мнѣ урокомъ впредь строже придерживаться темы и не отвлекаться въ сторону.

БЕСѢДА ВТОРАЯ.

Свѣча, причина яркости ея пламени. — Воздухъ и его роль при горѣніи. — Уголь, какъ продуктъ горѣнія свѣчи.

Въ прошлой бесѣдѣ мы занимались изученіемъ общихъ свойствъ расплавленныхъ частей свѣчи и говорили о томъ, какимъ образомъ эти части свѣчи достигаютъ того мѣста, гдѣ совершается горѣніе. Вы видѣли, что правильно горящая свѣча, защищенная отъ движенія воздуха, даетъ довольно правильное ровное пламя, приблизительно такой формы, какую я показалъ вамъ на рисункѣ.

Сегодня мы займемся тѣми опытами, при помощи которыхъ можно узнать, что происходитъ во время горѣнія въ той или другой части пламени и отчего это происходитъ. Мы постараемся дать себѣ отчетъ въ томъ, какія превращенія совершаются со свѣчкою; вамъ навѣрное извѣстно, что правильно горящая свѣча постепенно исчезаетъ, не оставляя

въ подсвѣчникѣ никакихъ слѣдовъ, а вѣдь это явленіе очень интересное.

Чтобы лучше изслѣдовать всѣ явленія, происходящія при горѣніи свѣчи, я приготовилъ нѣсколько приборовъ, съ которыми вы сейчасъ познакомитесь.

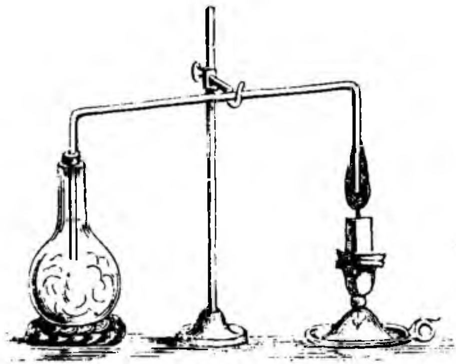


Рис. 13.

Вотъ свѣча (рис. 13); я помѣщу конецъ стеклянной трубки въ середину пламени, въ ту его часть, которая на рисункѣ Гукера изображена темною и которую легко замѣтить въ пламени всякой правильно горящей свѣчи. Начнемъ съ изученія этой темной части пламени.

Итакъ, я опускаю въ темную часть пламени одинъ конецъ изогнутой трубочки, и вы видите, что отъ пламени тотчасъ же начинаетъ что-то отдѣляться и выходить изъ другого конца трубки. Если мы

другой конецъ нашей трубки опустимъ въ бутыль, то увидимъ, что темная часть пламени выдѣляетъ какое-то вещество, которое мало-по-малу, проходя по трубкѣ, опускается въ бутыль, гдѣ оно обнаруживаетъ совершенно другія свойства, чѣмъ на воздухѣ. Выходя изъ трубки, оно падаетъ на дно бутыли въ видѣ твердаго вещества. Это вещество есть не что иное, какъ воскъ, обращенный сначала въ жидкость, перешедшую въ паръ, но не въ газъ. Вы должны твердо усвоить разницу между газомъ и паромъ. Газъ имѣетъ постоянное неизмѣнное состояніе, между тѣмъ какъ паръ можетъ переходить въ жидкое состояніе и даже плотное. Когда мы задуваемъ свѣчу, то чувствуемъ непріятный запахъ, присущій сгустившемуся пару пламени, который мы въ нашемъ опытѣ получили на днѣ бутыли въ видѣ твердаго воска. Чтобы вамъ ясно доказать это, я добуду большое количество этого пара и зажгу его; въ качествѣ естествоиспытателей, мы должны добывать въ большихъ размѣрахъ то, что свѣча представляетъ намъ въ малыхъ; это дастъ намъ возможность лучше изучить составныя части этого пара.

Мой помощникъ устроитъ намъ источникъ тепла, при помощи котораго я покажу вамъ основныя свойства упомянутаго пара. Здѣсь въ бутыли имѣется воскъ; я нагрѣю его, что будетъ соотвѣтствовать нагрѣтому воску вокругъ свѣтильни у самаго ста-

шечки (Профессоръ кладетъ кусокъ воска въ бутыль и нагрѣваетъ ее). Я думаю, бутыль достаточно нагрѣлась. Вы видите, что воскъ сдѣлался жидкимъ и отъ него идетъ дымокъ. Нагрѣемъ воскъ сильнѣе, чтобы получить побольше пара — столько, чтобы его можно было зажечь. Этотъ паръ совершенно сходенъ съ тѣмъ, который выдѣляется изъ середины пламени свѣчи. Чтобы убѣдиться въ этомъ, попробуемъ зажечь пары, собранные изъ пламени свѣчи, при помощи стеклянной трубки въ бутыль (рис. 13). Посмотрите, какъ они красиво горятъ. Итакъ, здѣсь мы получили первое превращеніе воска, которое мы должны хорошенько усвоить, если хотимъ изучить всѣ превращенія, которымъ подвергается сгорающій воскъ.

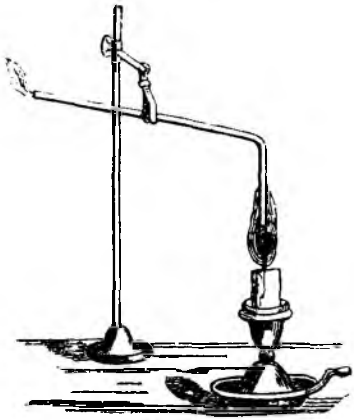


Рис. 14.

Теперь я осторожно помѣщу другую трубку въ пламя, и я увѣренъ, что при нѣкоторомъ стараніи намъ удастся отвести паръ изъ середины пламени свѣчи на другой конецъ трубки и зажечь его. Итакъ, мы здѣсь получимъ совершенно такое

же пламя, какъ и пламя свѣчи, которое мы такимъ образомъ отвели на другой конецъ трубки. Взгляните: не правда ли, это славный опытъ? Вы, навѣрное, часто слышали о газопроводѣ; теперь вы увидѣли нѣчто въ родѣ свѣчепровода. Итакъ, вы видите здѣсь два явленія: сначала образованіе, потомъ горѣніе пара, и оба они происходятъ въ разныхъ частяхъ пламени.

Та часть пламени, въ которой уже совершилось сгораніе, не даетъ пара. Если я подниму трубку, изображенную на рис. 14, и помѣщу ее въ пламени повыше, то, по удаленіи изъ нея остатка пара, изъ нея будетъ выходить вещество, неспособное къ горѣнію, потому что оно уже сгорѣло. Какъ такъ? Очень просто. Горючій паръ находится въ серединѣ пламени, у самой свѣтильни; пламя окружено воздухомъ, безъ котораго, какъ мы скоро узнаемъ, горѣніе вообще невозможно; между паромъ и воздухомъ происходитъ сильное химическое взаимодѣйствіе: воздухъ и паръ дѣйствуютъ другъ на друга такъ сильно, что паръ уничтожается въ тотъ самый моментъ, когда отъ свѣчки является свѣтъ. Если мы захотимъ найти самое горячее мѣсто въ пламени, то мы убѣдимся, какъ замѣчательно все здѣсь устроено. Если я буду держать надъ пламенемъ листъ бумаги, то, какъ вы думаете, гдѣ окажется самое горячее мѣсто

пламени? Вы увидите, что не въ центрѣ, а что оно располагается кольцомъ въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ, какъ я вамъ сказалъ, происходитъ химическое взаимодѣйствіе пара и воздуха. Хотя мы не можемъ провести этотъ опытъ вполнѣ безукоризненно, но все же мы получимъ на бумагѣ кольцо, если только при этомъ опытѣ не будетъ

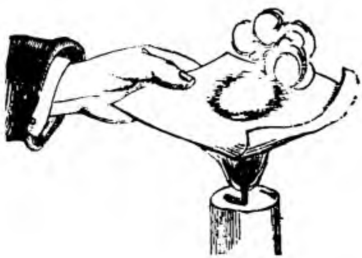


Рис. 15.

сильнаго колебанія воздуха (рис. 15). Этотъ опытъ, вы легко можете повторить сами. Возьмите кусокъ бумаги, постарайтесь, чтобы въ комнатѣ не было сильнаго движенія воздуха, помѣстите бумагу поперекъ центра пламени (во время опыта не должно разговаривать), и вы увидите, что она пригоритъ въ двухъ мѣстахъ. Въ серединѣ же она или останется совершенно нетронутой или чуть-чуть подгоритъ. Когда вы нѣсколько разъ повторите этотъ опытъ, то вы научитесь производить его очень ловко, и вамъ легко будетъ опредѣлить самое горячее мѣсто пламени; при этомъ вы убѣдитесь,

что оно находится именно тамъ, гдѣ воздухъ встрѣчается съ горючимъ веществомъ.

Разобранное нами явленіе чрезвычайно важно для нашихъ дальнѣйшихъ опытовъ. Воздухъ для горѣнія безусловно необходимъ и притомъ воздухъ чистый, на что я обращаю ваше особенное вниманіе. Безъ чистаго воздуха нашъ дальнѣйшій опытъ былъ бы несовершененъ. Возьмемъ стеклянный колпакъ (рис. 16), наполненный воздухомъ, и покроемъ имъ свѣчу. Сначала она горитъ совершенно правильно, но вскорѣ настаетъ какая-то перемѣна. Посмотрите, пламя удлиняется, тускнѣетъ и вскорѣ совершенно гаснетъ. Почему оно гаснетъ? Конечно не отъ недостатка воздуха, потому что подъ колпакомъ его не стало меньше отъ горѣнія свѣчи, но потому, что онъ испортился. Колпакъ еще полонъ воздухомъ, но онъ настолько измѣнился, что уже не годенъ для горѣнія свѣчи. Какъ я уже сказалъ, для горѣнія необходимъ чистый воздухъ. Всѣ эти факты имѣютъ особенное значеніе для молодыхъ химиковъ и на нихъ они должны обратить особенное вниманіе:

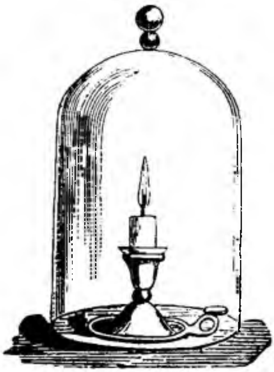


Рис. 16.

при болѣе подробномъ изученіи, эти опыты могутъ привести къ чрезвычайно интереснымъ выводамъ. Для примѣра возьмемъ Аргандову лампу, которая будетъ намъ очень полезна при нашихъ опытахъ. Тщательно закрывъ отверстія, приводящія воздухъ во внутрь пламени, я обращу ее въ свѣчу (Профессоръ закрываетъ доступъ воздуху въ середину пламени). Вы тутъ видите свѣтильню; по ней поднимается масло, а вотъ и пламя. Оно горитъ нехорошо, потому что я лишилъ его воздуха: я преградилъ притокъ воздуха къ внутренней части пламени, и, повидимому, горѣніе вслѣдствіе этого происходитъ несовершенно. Такъ какъ свѣтильня въ лампѣ очень велика, то извнѣ ей не возможно доставить достаточное количество воздуха. Но, воспользовавшись остроумнымъ изобрѣтеніемъ Арганда, я открою воздуху доступъ въ середину пламени, и вы увидите, что оно будетъ горѣть гораздо лучше. Если же, напротивъ, я закрою доступъ воздуху, то пламя начнетъ коптить. Отчего это происходитъ? Чтобы дать правильный отвѣтъ на этотъ вопросъ, намъ нужно разобрать нѣсколько очень интересныхъ явленій. Мы уже видѣли полное сгораніе свѣчи, потуханіе свѣчи отъ недостатка воздуха, а теперь мы видимъ несовершенное горѣніе. Это последнее явленіе особенно интересно, и я хотѣлъ бы, чтобы вы его хорошенько поняли. Чтобы сдѣлать

опытъ нагляднѣе, мы произведемъ его въ большомъ масштабѣ. Возьмемъ очень большую свѣтильню (Фарадей беретъ большой комъ ваты, пропитанной скипидаромъ, и зажигаетъ его), которая вполнѣ можетъ замѣнить свѣчу. Когда у насъ очень большая свѣтильня, то мы должны усилить притокъ воздуха, иначе горѣніе будетъ неполное. Тутъ, какъ вы видите, у насъ поднимается цѣлое облако какихъ то черныхъ хлопьевъ, которые указываютъ именно на происходящее здѣсь неполное горѣніе, вслѣдствіе недостаточнаго притока воздуха.

Что же мѣшаетъ полному горѣнію нашей свѣтильни? Недостаетъ нѣкоторыхъ условій, безъ которыхъ свѣча не можетъ горѣть хорошо. Мы знаемъ, какъ горитъ свѣча при благопріятныхъ условіяхъ. Когда я показывалъ вамъ слѣдъ, оставленный кольцомъ пламени на одной сторонѣ бумаги, то на другой сторонѣ я могъ бы вамъ показать копоть, что доказываетъ, что свѣча, сгорая, тоже отдѣляетъ копоть, т. е. уголь.

Прежде чѣмъ перейти къ дальнѣйшему изложенію, я долженъ познакомить васъ съ еще однимъ явленіемъ. Мы видѣли, что при горѣніи свѣчи образуется пламя. Посмотримъ теперь, всегда ли пламя сопровождаетъ горѣніе, или же возможно горѣніе безъ пламени? При этомъ мы убѣдимся, что послѣднее мое предположеніе возможно и

что горѣніе безъ пламени бываетъ. Это очень важно установить. Такъ какъ мы очень молоды, то рѣзкіе контрасты лучше всего помогутъ намъ понять то, что я хочу показать. Возьмемъ немного пороху. Вы знаете, что порохъ при горѣніи даетъ пламя. Онъ содержитъ уголь и другія вещества, которыя при химическомъ соединеніи вспыхиваютъ. Затѣмъ возьмемъ желѣзныя опилки или порошокъ желѣза. Я хочу сжечь ихъ вмѣстѣ съ порохомъ и для этого смѣшаю ихъ въ маленькой ступкѣ. (Но прежде, чѣмъ начну опытъ, я попрошу васъ обѣщать мнѣ не повторять его, чтобы не надѣлать несчастія, потому что безъ самыхъ тщательныхъ предосторожностей опытъ этотъ чрезвычайно опасенъ). Итакъ, положимъ немного пороху въ маленькій деревянный сосудъ и прибавимъ къ нему желѣзныхъ опилокъ, такъ какъ мы желаемъ, чтобы порохъ зажегъ опилки, которыя будутъ горѣть на воздухѣ. Это покажетъ вамъ разницу между горѣніемъ съ пламенемъ и безъ пламени. Смѣсь готова. Когда я зажгу ее, слѣдите повнимательнѣе за горѣніемъ, и вы увидите, что оно совершается двоякимъ образомъ. Порохъ будетъ горѣть съ пламенемъ, а опилки взлетятъ на воздухъ и сгорятъ безъ пламени. (Профессоръ зажигаетъ смѣсь). Смотрите: порохъ вспыхнулъ пламенемъ и взорвалъ опилки, которыя сгорѣли безъ пламени. Вы видите, слѣдова-

тельно, два вида горѣнія: отъ нихъ зависитъ польза и красота пламени, служащаго намъ для освѣщенія. Возьмемъ ли мы масло, газъ или свѣчу, мы одинаково увидимъ, что пламя ихъ даетъ раз-

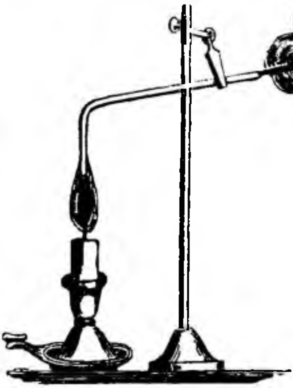


Рис. 17.

ныя степени свѣта, и это зависитъ вполнѣ отъ различія въ нихъ горѣніи.

Явленіе горѣнія нѣкоторыхъ веществъ столь своеобразно, что нужно много опытности и вниманія, чтобы различить въ нихъ разные виды горѣнія.

Вотъ, напримѣръ, порошокъ, чрезвычайно легко воспламеняющійся и состоящій изъ массы отдѣльныхъ зернышекъ. Онъ называется плауномъ или ликоподіемъ *), и каждое зернышко его можетъ давать

*) Плаунъ—желтоватый порошокъ, получаемый изъ плодовъ Lycopodium clavatum.

пламя и паръ; но, глядя на горѣніе порошка, вы можете подумать, что передъ вами одно цѣльное пламя. Я зажгу порошокъ, и вы увидите пламя, повидимому, представляющее одну нераздѣльную массу. Но потрескиваніе, которое слышится при горѣніи, доказываетъ, что это пламя не равномѣрное и не непрерывное. Порошокъ этотъ служитъ въ теа-

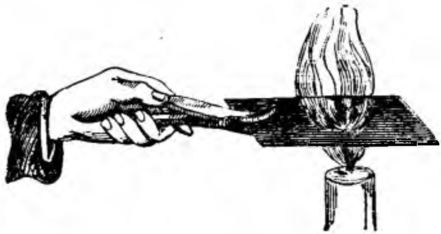


Рис. 18.

трахъ для воспроизведенія молніи. (Профессоръ дважды повторилъ этотъ опытъ, вдувая плаунъ черезъ стеклянную трубку въ пламя спиртовой лампы). Этотъ видъ горѣнія, какъ вы уже навѣрное замѣтили, не похожъ на горѣніе, которое мы видѣли при опытѣ съ желѣзными опилками, къ которому мы теперь вернемся.

Давайте, разсмотримъ теперь ту часть пламени свѣчи, которая кажется намъ наиболѣе яркою; оказывается, что изъ этой части пламени мы можемъ получить тѣ черныя частички, которыя уже раньше на вашихъ глазахъ выдѣлялись изъ пламени, и которыя я извлеку теперь новымъ спосо-

бомъ. Я беру свѣчку, очищаю ее отъ натека, образовавшагося отъ болѣе сильнаго притока воздуха, и погружаю конецъ стеклянной трубки въ самую блестящую часть пламени; я это продѣлаю, какъ и въ первомъ случаѣ, но помѣщу трубку нѣсколько выше (рис. 17), и вы увидите, что при этомъ получится. Вмѣсто бѣлаго пара, который получился въ прошломъ опытѣ, изъ трубки выходитъ черный дымъ. Вотъ взгляните, онъ черенъ, какъ чернила. На прежній паръ онъ вовсе непохожъ, и если мы поднесемъ къ нему свѣчу, то она не только не загорится, но, если будетъ зажжена, то даже потухнетъ.

Итакъ, частицы эти, какъ я вамъ уже сказалъ, суть не что иное, какъ дымъ или копоть свѣчки, и это напоминаетъ мнѣ ея старинное примѣненіе: Джонатанъ Свифтъ совѣтовалъ для развлеченія писать по потолку пламенемъ свѣчи *). Что же представляетъ изъ себя это черное вещество? Это не что иное, какъ уголь, который мы уже получили раньше изъ вещества свѣчки. Спрашивается, какъ же этотъ уголь можетъ образоваться изъ вещества свѣчки? Очевидно, онъ уже раньше

*) Авторъ *Гулливера* оставилъ послѣ себя статью, въ которой обращается къ слугамъ съ насмѣшливыми совѣтами и нравоучительнымъ тономъ, будто бы въ видахъ исправленія ихъ нравственности, совѣтуетъ имъ дѣлать именно то, что обыкновенно считается хозяевами съ ихъ стороны проступкомъ.

имѣлся въ свѣчѣ, потому что иначе мы бы не могли его получить. Я прошу васъ теперь внимательно слѣдить за мной. Вы навѣрно очень поразитесь, когда услышите отъ меня, что яркость и красота пламени зависятъ именно отъ этихъ черныхъ частицъ копоти, и что онѣ-то и горятъ такъ ярко въ пламени свѣчи, какъ желѣзныя опилки горѣли у насъ въ пламени пороха. Вотъ у меня кусокъ желѣзной сѣтки, не пропускающей пламени; если я буду держать ее надъ блестящей частью пламени, то мы увидимъ, что она пригнететъ пламя и надъ нимъ поднимется только облако дыма (рис. 18).

Я теперь обращаю ваше вниманіе на то, что когда какое-нибудь вещество горитъ, какъ опилки въ пламени пороха, не превращаясь въ паръ (все равно, будетъ ли оно переходить въ жидкое состояніе или останется твердымъ), оно дастъ чрезвычайно сильный свѣтъ. Чтобы объяснить вамъ это, я возьму два-три примѣра, не имѣющихъ ничего общаго со свѣчой, потому что все, что я скажу вамъ, будетъ равно относиться ко всякимъ веществамъ, какъ горючимъ, такъ и негорючимъ. И такъ, мы убѣждаемся, что всѣ вещества, которыя при сильномъ нагрѣваніи остаются въ плотномъ состояніи, очень ярко свѣтятся и что пламя свѣчи горитъ яркимъ свѣтомъ, благодаря находящимся въ немъ твердымъ частицамъ.

Возьмемъ для примѣра платиновую проволоку—

тѣло, которое при накаливаніи не плавится. Я нагрѣваю ее въ пламени, и вы видите, какъ она начинаетъ свѣтиться. Я уменьшу пламя такъ, чтобы оно давало очень мало свѣта, и вы видите, что платиновая проволока блеститъ гораздо ярче пламени свѣчи, хотя получаетъ очень мало тепла. Я до сихъ поръ бралъ пламя, содержащее уголь; теперь возьмемъ другое, гдѣ его нѣтъ. Въ этомъ сосудѣ мы имѣемъ вещество,—можете назвать его газомъ, — не содержащее твердыхъ частицъ. Я потому именно и взялъ это вещество, что оно даетъ намъ примѣръ пламени, горящаго безъ образованія твердыхъ частицъ. Теперь я опущу въ него плотное вещество и вы увидите, что пламя это очень горячее, такъ какъ сильно накаляетъ твердый предметъ, который я бросилъ въ него. Газъ этотъ, называемый водородомъ, о которомъ мы на-дняхъ поговоримъ подробнѣе, я провожу по одной трубкѣ. По другой трубкѣ у меня идетъ другой газъ, называемый кислородомъ, при помощи котораго можно зажечь водородъ. При соединеніи обоихъ этихъ газовъ получается смѣсь, которая при горѣніи даетъ больше тепла, чѣмъ горящая свѣчка, но пламя ея даетъ очень слабый свѣтъ. Стоитъ однако ввести въ это пламя твердое вещество, какъ мы получаемъ очень яркій свѣтъ. Вы вотъ увидите, что произойдетъ, если я положу туда кусокъ извести, вещества не-

горючаго и не переходящаго подъ вліяніемъ жара въ другое состояніе, т.-е. при накаливаніи оно остается твердымъ. Я зажигаю водородъ въ смѣси съ кислородомъ и получаю пламя, дающее очень много тепла, но мало свѣта: это происходитъ отъ того, что въ горящей смѣси нѣтъ частицъ, которыя могли бы сохранить въ ней твердое состояніе. Но стоитъ намъ только бросить этотъ кусокъ извести въ пламя смѣси водорода и кислорода, и мы получимъ чрезвычайно яркій свѣтъ. Онъ можетъ поспорить въ яркости съ электрическимъ свѣтомъ и почти не уступаетъ солнечному! Свѣтъ этотъ называется Друммондовымъ свѣтомъ.

Теперь возьмемъ кусокъ древеснаго угля, который будетъ горѣть и свѣтить совершенно такъ, какъ будто онъ составляетъ составную часть свѣчи. Жаръ, распространяемый пламенемъ свѣчи, разлагаетъ пары воска и освобождаетъ частицы угля; онѣ, нагрѣтыя и раскаленныя, поднимаются вверхъ, горятъ такъ же ярко, какъ кусокъ древеснаго угля, и уходятъ въ воздухъ, но не въ видѣ угля: онѣ исчезаютъ въ атмосферѣ, превратившись предварительно въ невидимое вещество, о которомъ мы будемъ говорить впослѣдствіи.

Не правда ли, чрезвычайно интересно разобраться въ явленіи, при которомъ черный уголь дѣлается источникомъ яркаго свѣта? Вы уже замѣтили, что вся сущность явленія заключается въ

томъ, что всякое ярко свѣтящее пламя содержитъ твердыя частицы. Словомъ всѣ вещества, которыя при горѣніи содержатъ твердыя тѣла, даютъ яркій свѣтъ, независимо отъ того, когда эти твердыя вещества выдѣляются: во время ли горѣнія, какъ мы это видимъ въ примѣрѣ свѣчки, или вслѣдъ за нимъ, какъ мы видѣли при опытѣ съ порохомъ и желѣзными опилками.



Рис. 19.

Для полнаго уясненія предмета сдѣлаемъ еще нѣсколько опытовъ. Возьмемъ кусокъ фосфора, который горитъ яркимъ пламенемъ. Изъ этого мы можемъ, стало быть, заключить, что фосфоръ выдѣляетъ твердыя частицы или въ моментъ воспламененія, или вслѣдъ за нимъ. Я зажигаю фосфоръ и накрываю колоколомъ (рис. 19), чтобы ни одна частичка его не могла улетучиться. Мы видимъ подъ колоколомъ дымъ. Изъ чего онъ состоитъ? А вотъ видите ли, дымъ этотъ состоитъ именно изъ этихъ плотныхъ частицъ, образовавшихся при горѣніи фосфора. Теперь возьмемъ два другія вещества: хлористое кали (бертолетовая соль) и сѣрнистую сурьму. Я перемѣшаю ихъ, и смѣсь зажгу различными способами. Чтобы показать вамъ примѣръ химической реакціи, я каплю на смѣсь

сѣрной кислоты, и она тотчасъ же вспыхнетъ *) (Профессоръ зажигаетъ этимъ способомъ смѣсь). Теперь смотрите и судите сами, производитъ ли горѣніе плотныя частицы или нѣтъ. На основаніи всего сказаннаго выше, вы, конечно, выведете правильное заключеніе, что въ данномъ случаѣ блестящее пламя указываетъ на присутствіе въ немъ плотныхъ частицъ, ибо если бы ихъ не было, то мы не получили бы яркаго пламени.

У помощника моего въ печи стоитъ сильно нагрѣтый тигель; я положу туда цинковыхъ опилокъ, и онѣ загорятся, какъ порохъ. Я показываю вамъ этотъ опытъ, потому что вамъ легко будетъ повторить его дома. Обратите вниманіе, что происходитъ при сгоранія цинка. Онъ горитъ не хуже свѣчи. Но отчего происходитъ при этомъ этотъ дымъ, что это за маленькіе пушистые хлопья, напоминающіе шерсть? Я направляю ихъ къ вамъ, такъ какъ вамъ нельзя самимъ подойти къ нимъ. Въ тиглѣ также осталось немного этого пушистаго вещества, которое древніе называли «философской

*) Вотъ какъ дѣйствуетъ сѣрная кислота на смѣсь хлористаго калія и сѣрнистой сурьмы: хлористый кали разлагается кислотою на хлорноватистую кислоту, сѣрнокислое кали и хлорновато-кислое кали. Хлорноватистая же кислота воспламеняетъ сѣру, заключающуюся въ сѣрнистой сурьмѣ, а такъ какъ сѣра—вещество горючее, то она зажигаетъ всю смѣсь.

шерстью». Я возьму кусокъ этого самаго цинка и сдѣлаю болѣе простой опытъ, но, какъ увидите, результатъ получится одинаковый. Вотъ цинкъ, а вотъ здѣсь мы его зажжемъ (Профессоръ указываетъ на рожокъ водороднаго газа). Я приступаю къ опыту и зажигаю цинкъ на водородномъ пламени. Видите: онъ загорается, горитъ, а вотъ и бѣлое вещество, продуктъ его горѣнія. Итакъ, вы тутъ замѣчаете, что если я, вмѣсто свѣчи, беру водородное пламя и въ немъ сжигаю цинкъ, то этотъ цинкъ превращается въ бѣлое вещество, которое свѣтится, пока оно накалено. Если мы это бѣлое вещество опять введемъ въ водородное пламя, то оно снова накалится и будетъ свѣтиться. Это происходитъ именно отъ того, что при горѣніи цинкъ остается въ плотномъ состояніи.

Теперь я снова обращусь къ пламени, содержащему частицы угля, и постараюсь освободить ихъ. Я беру бензинъ, который при горѣніи даетъ много дыму. Посредствомъ трубки я эти частицы, выдѣляющіяся изъ его пламени, переведу въ пламя водорода, и вы увидите, что онѣ загорятся и сдѣлаются блестящими, потому что мы нагрѣли ихъ вторично. Вотъ онѣ воспламеняются и горятъ яркимъ свѣтомъ. Вы легко можете увидѣть эти частицы, если помѣстите позади пламени листъ бумаги. Проникая въ водородное пламя, эти части

отъ жара загораются и, загорѣвшись, даютъ сильный свѣтъ.

Пламя свѣтильнаго газа обязано своимъ свѣтомъ выдѣленію во время горѣнія частицъ угля, которыя находятся въ немъ такъ же, какъ и въ пламени свѣчи. Но это явленіе легко измѣнить. Вотъ, напримѣръ, струя свѣтильнаго газа. Если я введу въ пламя его столько воздуха, что онъ весь сгоритъ, прежде чѣмъ успѣютъ выдѣлиться частицы твердаго угля, то мы не получимъ свѣченія. Чтобы продѣлать это, мнѣ стоитъ только накрыть эту струю газа колпачкомъ изъ металлической сѣтки и зажечь газъ надъ колпачкомъ; мы увидимъ, что онъ горитъ тусклымъ, не свѣтящимъ пламенемъ; такъ происходитъ оттого, что къ газу примѣшано много воздуха. Если я подниму колпачекъ, то вы увидите, что подъ нимъ нѣтъ горѣнія *). Газъ содержитъ довольно угля, но такъ какъ онъ до горѣнія смѣ-

*) На этомъ основано устройство апарата, поглощающаго дымъ, который съ большой пользой употребляется въ лабораторіяхъ. Онъ состоитъ изъ металлическаго цилиндрическаго рожка, верхушка котораго накрыта довольно грубой металлической сѣткой, которую сверху поддерживаетъ очагъ, устроенный такъ, чтобы къ газу въ рожкѣ могло примѣшиваться большое количество воздуха; это позволяетъ углю и водороду горѣть одновременно, при томъ уголь не выдѣляется изъ пламени, и, слѣдовательно, пламя не даетъ копоти. Не имѣя возможности проникнуть сквозь металлическую сѣтку, оно горитъ наверху ея правильно и почти незамѣтно.

шивается съ большимъ количествомъ воздуха, то и горитъ голубымъ блѣднымъ пламенемъ. Если подуть на блестящее яркое пламя газа съ такою силою, что весь уголь сгоритъ прежде, чѣмъ успѣетъ накалиться, то мы получимъ голубое пламя. Причина, почему мы не будемъ имѣть яркаго свѣта, если подуемъ на пламя, состоитъ единственно въ томъ, что уголь получитъ столько воздуха, что сгоритъ раньше, чѣмъ успѣетъ выдѣлиться и перейти въ пламя въ свободномъ твердомъ состояніи. Слѣдовательно, вся разница заключается въ томъ, что плотныя частицы не отдѣляются раньше сгоранія газа.

Итакъ, мы видѣли, что при горѣніи свѣчи образуются различные новые продукты и что часть ихъ можно разсматривать, какъ уголь, и что уголь, сгорая, въ свою очередь даетъ новый продуктъ. Изученіемъ его мы теперь займемся. Мы уже замѣтили, что при горѣніи нѣчто улетучивается, и теперь я хочу показать вамъ, насколько велико количество улетучивающагося вещества. Для этого мы устроимъ горѣніе въ большихъ размѣрахъ. Отъ зажженной свѣчи идетъ восходящій токъ нагрѣтаго воздуха. То же самое мы будемъ наблюдать еще при нѣсколькихъ опытахъ. Но чтобы дать вамъ понятіе о количествѣ вещества, которое такимъ образомъ поднимается вверхъ, я постараюсь собрать часть этихъ продуктовъ горѣ-

нія. Для этой цѣли я запасся маленькимъ пузыремъ, которымъ теперь и воспользуюсь, чтобы собрать и измѣрить продукты горѣнія, составляющіе предметъ нашего теперешняго изслѣдованія. Я возьму пламя, которое болѣе соотвѣтствуетъ нашей цѣли. Вотъ тарелка, которая будетъ играть роль чашечки свѣчи; спиртъ будетъ служить намъ горючимъ веществомъ; на тарелку я поставлю трубу, чтобы продукты, которые будутъ отдѣляться при горѣніи, не разлетались во всѣ стороны. Мой помощникъ зажжетъ спиртъ, и мы будемъ собирать въ пузырь при помощи трубы продукты его горѣнія (рис. 20). То вещество, что мы получаемъ у верхняго конца трубы, совершенно схоже съ тѣмъ, что мы получаемъ при горѣніи свѣчи; но здѣсь пламя не блестящее, потому что въ этомъ горючемъ веществѣ мало угля. Теперь я буду держать надъ трубой пузырь, не дозволяя ему однако улетать,—ибо это не входитъ въ мои планы,—и вы получите возможность судить о продуктахъ сгоранія свѣчи, такъ какъ они совершенно подобны тѣмъ, которые мы получаемъ теперь изъ этой трубы отъ сгоранія спирта (Пузырь ставится надъ трубой и начинаетъ раздуваться). Вы видите, что шаръ надувается и стремится улетѣть, но надо его удержать, иначе онъ можетъ коснуться газовыхъ рожковъ, горящихъ на потолкѣ, и надѣлать намъ много хлопотъ (По

просьбѣ профессора гасятъ рожки, висящіе съ потолка, позволяютъ пузырю подняться). Это поднятіе пузыря вверхъ доказываетъ, что при горѣніи образовалось въ шарѣ большое количество какого-то вещества.



Рис. 20.

Сдѣлаемъ теперь другой опытъ: пропустимъ черезъ эту трубку (проф. ставитъ надъ свѣчей стеклянную трубку) всѣ продукты горѣнія свѣчи, и вы увидите, что трубка вскорѣ начнетъ тускнѣть.

Теперь возьмемъ другую свѣчу и накроемъ ее стекляннымъ колоколомъ; съ противоположной стороны ея я ставлю еще свѣчу, чтобы вы могли лучше видѣть, что произойдетъ внутри ко-

локола. Вы видите, что стѣнки колокола какъ бы покрываются туманомъ, и пламя постепенно горитъ слабѣе и слабѣе. Это зависитъ отъ продуктовъ горѣнія: они уменьшаютъ свѣтъ пламени, и отъ нихъ тускнѣютъ стѣнки колокола. Придя домой, возьмите ложку, которая лежала передъ этимъ на холоду, и подержите ее надъ свѣчей, но такъ, чтобы она не закоптѣла: вы увидите, что она потускнѣетъ, какъ этотъ колоколъ. Опытъ выйдетъ еще лучше, если вы можете вмѣсто ложки употребить серебряное блюдо или что-нибудь въ этомъ родѣ. Теперь, чтобы заставить васъ подумать обо всемъ этомъ, такъ какъ это составитъ предметъ нашей слѣдующей бесѣды, я скажу вамъ, что потускнѣніе это происходитъ отъ в о д ы. Въ слѣдующій разъ я покажу вамъ, что мы легко можемъ эту воду, находящуюся въ газообразномъ состояніи, снова превратить въ жидкость.

БЕСѢДА ТРЕТЬЯ.

Продукты горѣнія; вода, образующаяся при горѣніи.— Свойства воды.—Водородъ, какъ составная часть воды.

Вы, вѣроятно, помните, что предыдущую бесѣду мы закончили упоминаніемъ о продуктахъ горѣнія свѣчи. Мы открыли, что при нѣкоторомъ стараніи можно собрать различныя вещества, образующіяся при горѣніи свѣчи. Среди нихъ есть одно вещество, которое однако не получается, если свѣча горитъ правильно. Вещество это—уголь или копоть. Далѣе, мы узнали, что образуется еще другое вещество, которое поднимается надъ пламенемъ, что оно не замѣчается такъ ясно, какъ копоть, и исчезаетъ въ иномъ видѣ: оно входитъ въ составъ невидимаго тока, который восходитъ вокругъ свѣчи, и вмѣстѣ съ нимъ улетучивается въ воздухъ. Но кромѣ этихъ продуктовъ горѣнія мы замѣтили еще другіе.

Вы помните, что въ восходящемъ токѣ, берущемъ свое начало въ свѣчѣ, мы открыли вещество, способное осаждаться въ видѣ капель на ложкѣ, тарелкѣ или другомъ холодномъ предметѣ, и наконецъ еще одинъ продуктъ, неспособный сгущаться.

Прежде всего разсмотримъ тотъ продуктъ горѣнія свѣчи, который способенъ сгущаться. При его изслѣдованіи мы найдемъ, что продуктъ этотъ, какъ это ни поразительно, есть не что иное, какъ самая обыкновенная вода.

Въ заключеніе прошлой бесѣды я уже сказалъ вамъ это вскользь, не вдаваясь въ объясненія; я упомянулъ только, что въ числѣ продуктовъ горѣнія свѣчи, способныхъ сгущаться, есть и вода; но нынче я обращу на это ваше вниманіе. Намъ нужно тщательно изучить свойства воды, особенно въ связи съ разбираемымъ нами предметомъ. Кромѣ того мы должны ознакомиться съ общими условіями существованія воды на поверхности земного шара.

Я хочу сгустить воду, содержащуюся въ продуктахъ горѣнія свѣчи, т.-е. обратить ее изъ газообразнаго въ жидкое состояніе, и показать вамъ ее. Чтобы вы всѣ сразу могли убѣдиться въ присутствіи воды въ продуктахъ горѣнія, я покажу вамъ такое дѣйствіе воды, при которомъ вы сразу обнаружите ее въ каплѣ, образующейся на вы-

пуклой части сосуда со льдомъ, поставленнаго надъ горящей свѣчкой (рис. 21). Вотъ у меня химическое вещество, открытое сэромъ Гемфри Дэви: оно производитъ на воду чрезвычайно сильное дѣйствіе, и я воспользуюсь имъ для открытія ея присутствія. Я возьму маленькій кусочекъ его—оно называется каліемъ *)—и брошу въ этотъ сосудъ: калій тотчасъ же вспыхнетъ и этимъ обнаружитъ присутствіе въ сосудѣ воды. Видите, калій, плавая въ водѣ, горитъ сильнымъ фіолетовымъ пламенемъ. Теперь я отниму свѣчу изъ-подъ этого сосуда со льдомъ, и вы увидите на его выпуклой сторонѣ каплю воды—продуктъ горѣнія. Я покажу вамъ, что калій производитъ на эту каплю то же дѣйствіе, какъ и на воду сосуда, въ которомъ я показалъ вамъ опытъ горѣнія калія въ водѣ. Смотрите, онъ воспламеняется и горитъ совершенно такъ же, какъ раньше. Теперь я беру стеклянную пластинку и собираю на нее со свѣчи другую каплю; едва я приближу къ ней калій, вы по

*) Металлъ калій открытъ сэромъ Гёмфри Дэви въ 1807 г.; сэръ Дэви выдѣлилъ его дѣйствіемъ сильной электрической батареи на поташъ. Поташъ есть вещество бѣлое, ѣдкое, маслянистое и, прикасаясь къ кожѣ, портитъ ее; въ соприкосновеніи съ органическими веществами оно даетъ особенный щелочной запахъ. Вслѣдствіе сильнаго сродства своего съ кислородомъ калій разлагаетъ воду, выдѣляя при этомъ водородъ, который отъ теплоты, развивающейся при этомъ химическомъ процессѣ, вспыхиваетъ.

пламени убѣдитесь, что на пластинкѣ образовалась вода. Вода эта — продуктъ горѣнія свѣчи. Далѣе я ставлю спиртовую лампу подъ сосудъ (рис. 22), который вскорѣ сдѣлается влажнымъ отъ осаждающейся на немъ росы; роса эта — результатъ горѣнія. Мы подложимъ подъ лампочку листъ бумаги, и вы по каплямъ, которыя накапаютъ на бумагу, увидите, что горѣніе спиртовой лампы даетъ значительное количество воды. Оставимъ лампочку горѣть нѣкоторое время и посмотримъ, сколько воды соберется на бумагѣ. Теперь я возьму газовую горѣлку и поставлю надъ ней какое-нибудь приспособленіе для охлажденія, и мы увидимъ, что и здѣсь образовалась вода, вода, какъ продуктъ горѣнія свѣтильнаго газа. Вотъ у меня имѣется бутылка съ водой, полученной отъ горѣнія свѣтильнаго газа, и вода эта ничѣмъ не отличается отъ обыкновенной рѣчной воды, получаемой перегонкой. Вода всюду одинакова. Мы можемъ на время примѣшать къ ней постороннее вещество, можемъ разложить ее и извлечь изъ нея различныя вещества, но она всегда останется

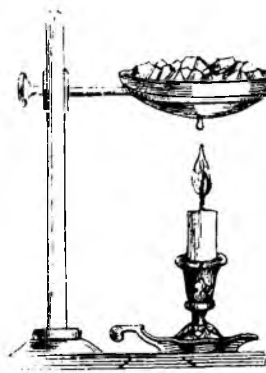
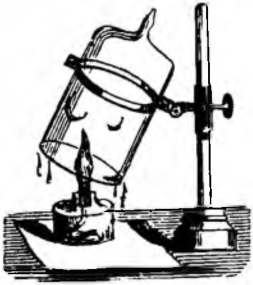


Рис. 21.

одинаковой, независимо отъ того, будетъ ли находиться въ твердомъ, жидкомъ или газообразномъ состоянiи.

Вотъ вода (профессоръ показываетъ другую бутылку), полученная отъ горѣнiя обыкновенной масляной лампы. Если лампа горитъ, какъ слѣдуетъ, то литръ масла дастъ болѣе литра воды. Наконецъ, возьмемъ воду, добытую послѣ длительнаго горѣнiя изъ пламени восковой свѣчи. Мы можемъ продолжать эти опыты, беря, одно за другимъ, различныя горючiя вещества, и всякiй разъ, какъ будемъ получать отъ нихъ пламя, найдемъ, что это пламя даетъ и воду. Вы сами легко можете дѣлать эти опыты: для этого достаточно большой разливательной ложки или какого-нибудь другого предмета въ этомъ родѣ, лишь бы онъ былъ чистъ и хорошо проводилъ тепло; вода будетъ на немъ осаждаться, когда вы станете держать его надъ пламенемъ.


Рис. 22.

Займемся подробнымъ изслѣдованiемъ этого удивительнаго образованiя воды посредствомъ горѣнiя. Прежде всего я долженъ вамъ сказать, что вода можетъ существовать въ различныхъ состоянiяхъ. Хотя вы навѣрно уже знакомы во всѣми

состояніями воды, тѣмъ не менѣе, я прошу васъ обратить вниманіе на то, что во всѣхъ своихъ состояніяхъ вода всегда остается совершенно одинаковой, возьмемъ ли мы ее изъ рѣки, или добудемъ изъ пламени свѣчи.

Прежде всего обратимъ вниманіе на то, что при извѣстной температурѣ вода обращается въ ледъ. Мы, химики,—я позволяю себѣ причислить васъ и себя къ нимъ, — всегда принимаемъ воду за воду, независимо отъ того, находится ли она въ твердомъ, жидкомъ или газообразномъ состояніи: съ химической точки зрѣнія вода — всегда вода. Вода состоитъ изъ двухъ веществъ: одно изъ нихъ мы уже встрѣчали при изученіи свѣчи, второе же мы получимъ впослѣдствіи.

Итакъ, вода можетъ представляться въ видѣ льда, какъ вы видите зимой. Ледъ снова обращается въ воду,—и мы нерѣдко видимъ доказательство этого, когда замерзшія окна начинаютъ оттаивать: ледъ обращается въ воду, при нагрѣваніи, а при очень сильномъ нагрѣваніи вода обращается въ паръ. Возьмемъ воду, которая находится въ состояніи наибольшей плотности. Теперь, обратимъ ли мы ее охлажденіемъ въ ледъ, или нагрѣемъ до того, что она превратится въ паръ, она все-таки останется водою, хотя вѣсъ, состояніе, форма и самыя различныя свойства ея измѣнятся во многихъ отношеніяхъ. Превратимъ ли мы воду въ паръ

или въ ледъ, она въ обоихъ случаяхъ будетъ расширяться и измѣнять свой объемъ. Для примѣра я налью немного воды въ оловянный цилиндръ: вотъ видите, ее тамъ не больше, какъ на два пальца глубины. Теперь я обращу ее въ паръ, чтобы показать, какъ различны объемы воды въ жидкомъ состояніи и въ газообразномъ.

Пока вода эта будетъ нагрѣваться, добудемъ льду. Для этого достаточно охладить воду при помощи соли и толченаго льда *). Ледъ докажетъ вамъ, что вода въ этомъ состояніи имѣетъ бо̀льшій объемъ, чѣмъ въ жидкомъ состояніи. Вотъ у меня крѣпкія чугунныя бутылки; толщина стѣнокъ ихъ не меньше дюйма. Онѣ наполнены водою такъ, что воздухъ изъ нихъ вытѣсненъ, и потомъ онѣ герметически закупорены винтовой пробкой. Мы увидимъ, что, когда вода замерзнетъ въ бутылкахъ, то онѣ не въ состояніи будутъ вмѣстить въ себѣ образующійся ледъ, который такъ сильно расширяется въ объемѣ, что эта сила расширенія разобьетъ бутылки на мелкіе куски, подобные вотъ этимъ осколкамъ желѣзныхъ бутылокъ, которыя были совершенно такія же, какъ употребляемыя мною теперь. Я кладу эти двѣ бутылки въ охлаждающую смѣсь льда съ солью,

---

*) Смѣсь соли и толченаго льда понижаетъ температуру отъ 32° Ф. до нуля. Во время этого процесса ледъ таетъ.

чтобы доказать вамъ, что вода, превратившись въ ледъ, чрезвычайно увеличивается въ объемѣ.

Въ ожиданіи результатовъ этого опыта, обратимъ вниманіе на перемѣну, которая произошла въ водѣ, подвергнутой дѣйствію тепла; она перестала быть жидкостью, какъ показываютъ нѣкоторыя наблюденія. Я накрылъ отверстіе сосуда, въ которомъ она кипитъ, часовымъ стекломъ. Что же мы видимъ при этомъ? Часовое стекло поднимается и опускается, что происходитъ отъ того, что паръ кипящей воды, стремясь выйти изъ сосуда, приподнимаетъ и опускаетъ стекло. Вы видите также, стало быть, что паръ уже наполняетъ весь сосудъ, а то, иначе, онъ не могъ бы выходить изъ него. Вы видите также, что въ сосудѣ находится теперь вещество гораздо большаго объема, чѣмъ бывшая въ немъ вода, потому что паръ наполняетъ его весь, и кромѣ того, отъ него еще отдѣляются и вылетаютъ наружу маленькія облачка; но, несмотря на эту потерю, вода не уменьшилась въ объемѣ, что доказываетъ, до чего объемъ ея увеличивается, когда она превращается въ паръ.

Чтобы доказать вамъ, что происходитъ при превращеніи воды въ ледъ, я положилъ въ охлаждающую смѣсь чугунныя бутылки. Между водою, заключенною въ нихъ, и окружающимъ ихъ льдомъ охлаждающей смѣси, нѣтъ, какъ видите,

никакого сообщенія. Но между ними происходитъ обмѣнъ теплоты, и если опытъ нашъ удастся — къ сожалѣнію, мы ведемъ его очень спѣшно,—то, черезъ нѣкоторое время, когда холодъ въ достаточной степени овладѣетъ ихъ содержимымъ, мы услышимъ взрывъ отъ разрушенія бутылокъ. Изслѣдуя осколки бутылокъ, мы найдемъ, что содержимое ихъ обратилось въ ледъ, котораго бутылки не могли вмѣстить въ себѣ, такъ какъ онъ очень сильно увеличился въ объемѣ. Итакъ мы видимъ, что ледъ занимаетъ гораздо больше мѣста, чѣмъ образовавшая его вода. Вы знаете, что ледъ плаваетъ въ водѣ. Когда мы, катаясь на конькахъ или скользя по льду, падаемъ въ воду, то стараемся взобраться на льдину, стоя на которой можемъ держаться на водѣ. Отчего же ледъ плаваетъ? Подумайте объ этомъ и вы навѣрное найдете объясненіе: ледъ занимаетъ больше пространства, чѣмъ образовавшее его количество воды, а это другими словами значитъ, что онъ легче воды, потому и плаваетъ.

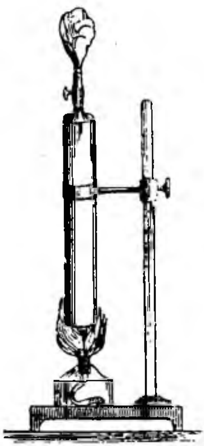


Рис. 23.

Возвратимся теперь къ дѣйствію тепла на воду. Посмотрите, какая струя пара вырывается изъ

нашего оловяннаго цилиндра (рис. 23). Очевидно, что весь цилиндръ наполненъ паромъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ паръ не вырывался бы наружу въ такомъ большомъ количествѣ. Обративъ воду нагрѣваніемъ въ паръ, мы охлажденіемъ можемъ снова привести ее въ прежнее ея состояніе, т.-е. въ жидкость. Если взять стаканъ или другой какой-нибудь холодный предметъ и держать его надъ паромъ, то онъ становится влажнымъ, т.-е. онъ сгущаетъ паръ, пока не нагрѣется, такъ что вода, вновь превращенная въ жидкость, течетъ вдоль его стѣнокъ. Я сдѣлаю еще опытъ, чтобы показать, съ какою легкостью вода сгущается и переходитъ изъ газообразнаго состоянія въ жидкое. Вы уже видѣли, что паръ—одинъ изъ продуктовъ горѣнія свѣчки — сгущается на днѣ сосуда и образуетъ тамъ каплю. Чтобы доказать вамъ, что то же происходитъ и въ большихъ размѣрахъ, я возьму нашъ оловянный цилиндръ, полный пара, и закупорю его. Вы увидите, что будетъ, когда я заставлю этотъ паръ снова сдѣлаться жидкостью, обливая сосудъ холодной водой. (Профессоръ облилъ оловянный сосудъ холодной водой, и въ ту же минуту стѣнки сосуда вогнулись внутрь). Видите, что вышло? Сосудъ сплющился (рис. 24). Если бы, закупоривъ сосудъ, я продолжалъ нагрѣвать его, то кончилось бы тѣмъ, что онъ лопнулъ бы. Когда же паръ обращается въ

жидкость, стѣнки сосуда сплющиваются, потому что паръ, сгустившись, оставилъ внутри его пустоту. Всѣ эти опыты имѣютъ цѣлью показать вамъ, что во всѣхъ своихъ превращеніяхъ вода никогда не перестаетъ быть самой собою, никогда ни во что другое не превращается, какъ бы ни была различна ея внѣшняя форма. Сгустившись, она позволила сосуду сплющиться; въ противномъ случаѣ, если бы я продолжалъ превращать ее въ паръ, сосудъ лопнулъ бы.



Рис. 24.

Представляете ли вы себѣ, какъ мѣняется объемъ воды, когда она переходитъ въ паръ? Видите—вотъ кубъ (показываетъ кубическій футъ), а вотъ рядомъ другой кубъ, гораздо меньшей величины, кубическій дюймъ. Оба куба (рис. 25) одинаковой формы, въ видѣ двухъ, большой и маленькой, игральныхъ костей. Кубическій дюймъ воды можетъ нагрѣваніемъ расшириться до того, что составитъ кубическій футъ пара, и, наоборотъ, это количество пара можетъ до того сгуститься, что

въ жидкомъ состояніи займетъ лишь пространство кубическаго дюйма (Въ эту минуту лопается одна чугунная бутылка). А, вотъ одна бутылка уже взорвалась: видите, на одномъ боку ея трещина шириною въ $^1/_8$ дюйма (Вторая бутылка также лопается, разбрасывая во всѣ стороны смѣсь, въ которой стояла). И другая не выдержала! Итакъ, вы видите, ледъ разбилъ металлъ, толщиною въ полдюйма. Подобныя измѣненія воды безпрестанно происходятъ всюду, гдѣ встрѣчается вода. и для всѣхъ этихъ превращеній вовсе не нужно прибѣгать къ искусственнымъ мѣрамъ. Я прибѣгъ къ нимъ потому, что, вслѣдствіе отсутствія настоящей зимы, мнѣ нужна была временная зима вокругъ моихъ бутылокъ. Но если вы отправитесь въ сѣверныя страны, то убѣдитесь, что тамъ на воздухѣ температура оказываетъ на воду точно такое же дѣйствіе, какъ здѣсь эта охлаждающая смѣсь.

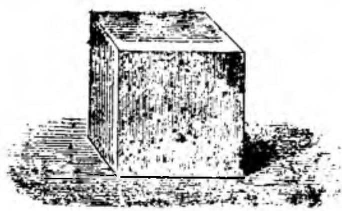


Рис. 25.

Но вернемся къ нашему изслѣдованію. Послѣ всего того, что мы видѣли, насъ уже не введутъ въ заблужденіе различныя формы воды: мы знаемъ, что вода всюду одинакова, откуда бы мы ее ни взяли — изъ пламени ли свѣчи, или изъ океана.

Но спрашивается, откуда же берется вода, которую мы добываемъ изъ свѣчки? Очевидно, она берется изъ самой свѣчки; но входитъ ли она въ ея составъ? Нѣтъ. Ея не было ни въ свѣчѣ, ни въ воздухѣ, который окружаетъ свѣчу и который необходимъ для горѣнія. Если нѣтъ воды ни въ свѣчѣ, ни въ воздухѣ, то она получается отъ взаимодѣйствія этихъ двухъ веществъ. беря часть своего составного вещества изъ одного и часть изъ второго. Это мы должны всегда помнить, чтобы хорошенько усвоить химическую исторію свѣчки. Я знаю много различныхъ путей, чтобы разобраться въ этомъ, но мнѣ хочется, чтобы вы сами дали себѣ отчетъ въ этомъ процессѣ, припомнивъ все уже сказанное мною, и чтобы вы сами вывели изъ всего того, что я сообщилъ вамъ, соотвѣтственныя заключенія.

Въ прошлый разъ мы продѣлали опытъ, которому научилъ насъ Гемфри Дэви и который состоялъ въ томъ, что на воду производилъ сильное дѣйствіе металлъ калій. Теперь я напомню вамъ этотъ опытъ, повторивъ его на тарелкѣ съ водой. Мы продѣлаемъ этотъ опытъ очень осторожно, чтобы вода не попала на весь мой калій. Надо вамъ помнить, что даже одна капля воды въ состояніи зажечь большое количество калія, если только при этомъ будетъ доступъ воздуху. Калій, этотъ красивый, блестящій металлъ, быстро из-

мѣняется на воздухѣ и еще быстрѣе въ водѣ, какъ вы уже раньше видѣли. Я положу теперь кусочекъ его на воду, и онъ загорится, испуская яркій свѣтъ. Такимъ образомъ, я получу удивительную плавающую лампу, питаемую водой.

Съ другой стороны, если мы бросимъ въ воду немного желѣзныхъ опилковъ, то они также измѣнятся, хотя не до такой степени, какъ калій, но тѣмъ не менѣе примутъ совершенно иной видъ. Они заржавѣютъ, что доказываетъ, что желѣзные опилки также дѣйствуютъ на воду, хотя съ меньшею силою, чѣмъ этотъ красивый металлъ, но одинаковымъ съ нимъ образомъ. Я желалъ бы, чтобы вы въ умѣ сопоставили эти два различные факта.

А пока возьмемъ другой металлъ—цинкъ. Мы разсматривали этотъ металлъ и видѣли, что онъ способенъ горѣть, образуя плотные продукты горѣнія. На этомъ основаніи я предполагаю, что если взять тонкую пластинку цинка и подержать ее надъ свѣчкой, то мы увидимъ процессъ, который будетъ занимать середину между горѣніемъ калія на водѣ и дѣйствіемъ на нее желѣза. Вы видите, что здѣсь происходитъ родъ горѣнія. Цинкъ сгораетъ, оставляя послѣ себя бѣлую золу или осадокъ. Мы знаемъ, что и онъ оказываетъ извѣстное дѣйствіе на воду.

Мало-по-малу мы открыли, какъ можно измѣ-

нять дѣйствіе этихъ различныхъ веществъ и заставлять ихъ самихъ сообщать намъ необходимыя намъ свѣдѣнія. Возвратимся къ желѣзу. Въ большинствѣ химическихъ реакцій, мы замѣчаемъ, что теплота усиливаетъ дѣйствіе реакціи; когда мы хотимъ подробно и тщательно изслѣдовать дѣйствіе другъ на друга различныхъ веществъ, мы прибѣгаемъ къ дѣйствію на нихъ теплоты. Вы уже знаете изъ опыта, что желѣзные опилки превосходно горятъ въ воздухѣ; тѣмъ не менѣе, я хочу подтвердить вамъ этотъ фактъ еще однимъ опытомъ, который дастъ вамъ возможность лучше запомнить все, что я скажу о дѣйствіи желѣза на воду. Я зажигаю пламя и дѣлаю его полымъ— чтобы доставить ему доступъ воздуха снаружи и изнутри; въ это пламя я бросаю желѣзные опилки и вы видите, какъ хорошо они въ немъ горятъ. Горѣніе это есть результатъ химическаго процесса, происходящаго въ то время, когда горятъ опилки. Теперь намъ необходимо установить, что происходитъ съ желѣзомъ, когда оно соприкасается съ водой. Для этого сдѣлаемъ опытъ, при которомъ желѣзо само изложитъ вамъ исторію этого явленія такъ красиво и послѣдовательно, что вы поневолѣ очень имъ заинтересуетесь.

Вотъ печь (рис. 26), черезъ которую проходитъ желѣзная трубка. Я наполнилъ ее блестящими желѣзными опилками и подложилъ подъ нее

огонь, чтобы нагрѣть докрасна. Въ трубку мы можемъ ввести, что угодно: воздухъ или паръ. Паръ мы введемъ въ нее изъ маленькаго кипятильника, находящаго по лѣвую сторону печи у конца трубки, при помощи крана, который закрываетъ пару доступъ изъ кипятильника въ трубку,

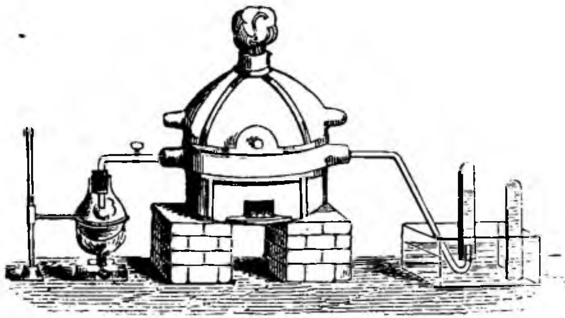


Рис. 26.

пока онъ не понадобится. Съ другой стороны печи стоитъ сосудъ съ водой, окрашенной въ синій цвѣтъ, чтобы вы могли лучше слѣдить за ходомъ процесса. Вы уже знаете, что, если бы я пропустилъ паръ въ воду сквозь трубку, то онъ сгустился бы, потому что паръ при охлажденіи не способенъ сохранить свое газообразное состояніе. Вы помните, какъ паръ сжался и уменьшился въ объемѣ до того, что стѣнки оловяннаго сосуда сплющились, когда мы лили на него

холодную воду. (Профессоръ показываетъ оловянный сосудъ (рис. 24), который употреблялся въ одномъ изъ прежнихъ опытовъ). Итакъ, если я пропущу черезъ эту трубку паръ, онъ сгустится, если только трубка будетъ холодная. Но для моего настоящаго опыта я нагрѣлъ ее. Я буду теперь впускать въ трубку паръ небольшими количествами, и когда онъ будетъ выходить изъ другого конца ея, то вы посмотрите, получился ли у насъ тотъ же самый паръ, который мы впускали въ трубку, т.-е. обратите вниманіе, сгущается ли онъ при охлажденіи или нѣтъ. Намъ извѣстно, что для того, чтобы сгустить паръ и превратить его въ воду, стоитъ только понизить температуру; но вы видите, что я тщетно понижаю температуру этого газа, пропуская его черезъ воду: онъ не сгущается. Чтобы обнаружить свойства этого газа, я подвергну его другому опыту. Я держу сосудъ съ газомъ отверстіемъ внизъ, иначе онъ улетучится, и приближаю къ его отверстію пламя; при этомъ газъ воспламеняется съ легкимъ шумомъ. Это доказываетъ вамъ, что газъ этотъ—не паръ; ибо паръ не только самъ не горитъ, но даже гаситъ пламя, тогда какъ полученный нами газъ воспламенился. Газъ этотъ можно добыть изъ воды, выдѣляемой пламенемъ свѣчи, точно такъ же, какъ изъ всякой другой воды. Когда мы добываемъ его дѣйствіемъ желѣза

на водяной паръ, то послѣ этого опыта желѣзо, которое мы брали для него, принимаетъ видъ, похожій на жженые желѣзные опилки. Оно становится тяжелѣе, чѣмъ было до опыта. Если желѣзо въ трубкѣ нагрѣвать и охлаждать, не приводя его въ соприкосновеніе ни съ воздухомъ, ни съ водой, то вѣсъ его не измѣнится; но струя пара, пройдя черезъ него, увеличиваетъ его вѣсъ: изъ этого мы заключаемъ, что желѣзо кое-что позаимствовало отъ пара, пропустивъ остальныя его составныя части въ видѣ газа, который мы и получили. Мой второй стеклянный сосудъ уже наполнился газомъ, и я могу сдѣлать съ нимъ очень интересный опытъ. Газъ, вышедшій изъ трубки, и собранный мною въ стеклянный сосудъ, какъ вы только что видѣли, горючъ: я могу снова доказать вамъ это, поднеся къ нему пламя; но мнѣ хочется использовать его для болѣе интереснаго опыта, если только онъ мнѣ удастся. Этотъ горючій газъ очень легокъ. Паръ сгущается, а этотъ газъ поднимается на воздухъ и ни въ какомъ случаѣ не сгущается. Я возьму другой сосудъ, въ которомъ нѣтъ ничего, кромѣ воздуха (Чтобы удостовѣриться въ этомъ, я изслѣдую его,

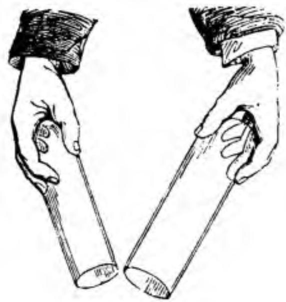


Рис. 27.

поднося къ нему пламя). Теперь я возьму первый сосудъ, наполненный газомъ, и поступлю съ нимъ такъ, какъ сдѣлалъ бы съ жидкостью, которую желалъ бы перелить. Я держу оба сосуда отверстіями внизъ, и приближаю одно отверстіе къ другому (рис. 27). Во второмъ сосудѣ не было ничего, кромѣ воздуха; посмотримъ, что заключается въ немъ теперь. Въ немъ мы находимъ теперь воспламеняющійся газъ, который я въ него такимъ образомъ налилъ и который тѣмъ болѣе заслуживаетъ вашего вниманія, что составляетъ одинъ изъ продуктовъ горѣнія свѣчи.

Газъ этотъ, добытый нами при помощи дѣйствія желѣза на паръ, можетъ быть полученъ изъ другихъ веществъ, которыя, какъ мы уже видѣли, очень сильно дѣйствуютъ на воду. Взявъ кусокъ металлическаго калія и принявъ необходимыя мѣры для правильнаго производства опыта, я также получу этотъ газъ. Если вмѣсто калія я возьму цинкъ, то по внимательномъ изслѣдованіи найду, что онъ не такъ непрерывно дѣйствуетъ на воду, какъ калій, и главная причина этого заключается въ томъ, что отъ дѣйствія воды на цинкъ послѣдній покрывается налетомъ, мѣшающимъ ему влiять на воду. Такимъ образомъ, если въ сосудъ помѣстить только цинкъ и воду, то соединеніе ихъ не дастъ почти никакихъ результатовъ. Но если я растворю этотъ налетъ, т. е. вещество, мѣшающее дѣйствію цинка

на воду (а чтобы растворить его, достаточно прибавить къ водѣ небольшое количество кислоты), то мы увидимъ, что цинкъ дѣйствуетъ на воду совершенно такъ же, какъ желѣзо, но при обыкновенной температурѣ. Кислота при этомъ измѣнилась незначительно, образовавъ только окись цинка. Я наливаю кислоту въ стаканъ и получаю результатъ совершенно такой же, какой получился бы отъ кипяченія воды. Мы видимъ, что отъ цинка при этомъ начало отдѣляться какое-то вещество, но это не паръ. Если мы надъ выдѣляющимся веществомъ опрокинемъ сосудъ, то увидимъ, что онъ наполнится этимъ веществомъ. Соотвѣтствующимъ опытомъ можно доказать, что вещество это совершенно схоже съ газомъ, добытымъ мною при пропусканіи пара сквозь желѣзо. Это вещество, полученное разложеніемъ воды, тождественно съ тѣмъ, которое находится въ веществѣ свѣчки.

Теперь постараемся разобрать отношенія, существующія между этими двумя явленіями. Газъ этотъ есть в о д о р о д ъ,—вещество, относящееся къ числу тѣхъ, которыя называются э л е м е н т а м и. Въ химіи элементомъ называется вещество, которое неспособно разлагаться на составныя части, т. е. п р о с т о е вещество. Свѣча—не простое вещество, потому что намъ уже удалось добыть изъ нея уголь и водородъ, или, по крайней мѣрѣ,

воду, выдѣляющую этотъ газъ. Водородъ названъ такъ потому, что въ соединеніи съ другимъ элементомъ образуетъ воду.

Мой помощникъ собралъ нѣсколько сосудовъ этого газа, и я ими воспользуюсь, чтобы показать вамъ нѣсколько очень интересныхъ опытовъ. Я хотѣлъ бы, чтобы вы внимательно слѣдили за этими опытами и научились ихъ сами продѣлывать. При этомъ вы должны обѣщать весьма тщательно и осторожно продѣлывать ихъ, такъ какъ при небрежномъ отношеніи къ нимъ, очень легко вызвать катастрофу. Чѣмъ дальше мы подвигаемся въ изученіи химіи, тѣмъ больше намъ приходится имѣть дѣло съ веществами, опасными при небрежномъ обращеніи. Кислоты, горючія вещества, нагрѣваніе — все это можетъ вызвать катастрофу въ неопытныхъ или неосторожныхъ рукахъ.

Если вы захотите получить водородъ, то для этого опыта вамъ надо имѣть воду, цинкъ и сѣрную или соляную кислоту.

Теперь я вамъ покажу весьма простой приборъ. Приборъ этотъ въ старину назывался «философской свѣчей». Онъ состоитъ изъ бутыли (рис. 28), закупоренной пробкой, сквозь которую проходитъ трубка. Я показываю вамъ этотъ приборъ, такъ какъ я хочу научить васъ самимъ приготовлять водородъ и дѣлать дома опыты съ этимъ газомъ, если вамъ позволятъ, и если это

васъ заинтересуетъ. Въ бутыль я кладу нѣсколько кусочковъ цинка и наливаю водою пополнѣе, но не совершенно полно. Я дѣлаю это потому, что образующійся газъ очень горючъ и отъ соприкосновенія съ воздухомъ воспламеняется и даже взрываетъ. Если приблизить пламя къ отверстію трубки, прежде чѣмъ весь воздухъ изъ бутыли будетъ вытѣсненъ выдѣляющимся водородомъ, то легко можетъ случиться взрывъ въ бутыли. Теперь я налью въ бутыль сѣрной кислоты. Я взялъ очень мало цинка и много сѣрной кислоты и воды, потому что хочу, чтобы нашъ опытъ былъ продолжительный. Взявъ соотвѣтствующее количество реактивовъ *), я добьюсь того, чтобы опытъ продолжался нужное мнѣ время и чтобы газъ образовывался не слишкомъ быстро и не слишкомъ медленно. Я беру стаканъ, опрокидываю его надъ трубкой; зная легкость водорода, я разсчитываю, что черезъ нѣкоторое время въ стаканѣ его соберется довольно много.

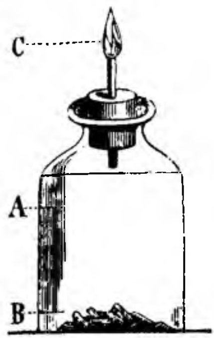


Рис. 28.

Теперь посмотримъ, дѣйствительно ли въ нашемъ стаканѣ есть водородъ. Я съ увѣренностью

*) Реактивомъ называется вещество, употребляемое при опытахъ для производства реакціи.

утверждаю, что есть (при этомъ профессоръ подноситъ къ стакану горящую свѣчу). Вы видите, онъ вспыхнулъ. Теперь я поднесу пламя къ отверстію трубки нашего прибора, и вы видите, что водородъ и тутъ загорѣлся, и мы такимъ образомъ получили такъ называемую «философскую свѣчу».

Вы навѣрное обратите вниманіе на то, что это пламя очень слабое. Но это ничего не значитъ, ибо оно чрезвычайно горячее и можно сказать, что ни одно пламя не даетъ столько тепла, какъ это.

Пока свѣча наша горитъ правильно, испробуемъ надъ нею нѣсколько опытовъ, чтобы изслѣдовать продукты ея горѣнія и вывести заключеніе изъ того, что мы узнаемъ при этомъ. Мы знаемъ, что свѣча при горѣніи производитъ воду, а нашъ газъ получается изъ воды. Посмотримъ теперь, что получается отъ горѣнія этого газа, который горитъ при такихъ же условіяхъ, какъ и обыкновенная свѣча. Чтобы отвѣтить на тотъ вопросъ, я поставлю нашу «философскую свѣчу» подъ этотъ приборъ (рис. 29), съ цѣлью собрать въ немъ всѣ продукты горѣнія. Вскорѣ вы увидите, что цилиндръ сдѣлается внутри влажнымъ, потомъ по стѣнкамъ его потечетъ вода, образовавшаяся, какъ вы сами видите, отъ горѣнія водорода. Вода эта будетъ дѣйствовать на наши реактивы, какъ и

всякая другая, потому что произошла тѣмъ же способомъ, какъ и въ предыдущихъ случаяхъ. Водородъ — вещество очень интересное. Онъ гораздо легче атмосфернаго воздуха, что я могу доказать вамъ опытомъ, который очень легко повторить всякому. Возьмемъ нашъ источникъ водорода и чашку мыльной воды. Къ прибору, гдѣ

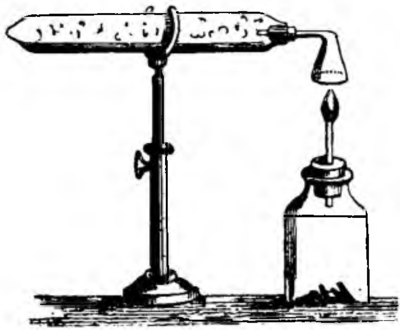


Рис. 29

образуется водородъ (рис. 30), прикрѣпимъ каучуковую трубку, а на другомъ концѣ ея помѣстимъ курительную трубку, которую я опускаю въ мыльную воду и при помощи водорода буду выдувать мыльные пузыри. Вы знаете, что мыльные пузыри падаютъ на землю, если ихъ образовать своимъ дыханіемъ; посмотрите же, какая разница между пузырями, образуемыми дыханіемъ, и тѣми, которые образуются водородомъ (Профессоръ при помощи водорода выдуваетъ пу-

зыри, которые поднимаются къ самому потолку). Вы видите, какъ этотъ газъ долженъ быть легокъ, если онъ поднимаетъ не только мыльную оболочку, но и каплю мыльнаго раствора, которая образовалась на нижней части пузыря. Но я еще лучше могу доказать вамъ его легкость. При помощи его поднимаютъ гораздо большіе пузыри, чѣмъ тѣ, которые вы сейчасъ видѣли; прежде имъ наполняли даже воздушные шары. Мой помощникъ прикрѣпитъ трубку къ нашему источнику водорода, и мы получимъ струю этого газа, которымъ наполнимъ шаръ, сдѣланный изъ коллодія. Нѣтъ надобности особенно тщательно стараться удалить изъ шара воздухъ, ибо я знаю, что газъ во всякомъ случаѣ подниметъ его (Надуваютъ два шара изъ коллодія; они поднимаются вверхъ, но одинъ изъ нихъ удерживаютъ привязаннымъ при помощи нитки). Вотъ шаръ большаго размѣра; оболочка его очень тонка; наполнимъ его и пустимъ; эти шары будутъ держаться на воздухѣ, пока газъ не улетучится изъ нихъ.

Что касается сравнительнаго вѣса воды и водорода, то взаимоотношеніе его вы поймете, если я вамъ скажу, что литръ воды вѣситъ почти 1000 граммовъ, въ то время какъ литръ водорода вѣситъ менѣе $^1/_{10}$ грамма. Какъ велика разница между вѣсомъ воды и водорода, вы можете понять, сравнивъ данныя цифры.

Водородъ при горѣніи не производитъ никакого вещества, которое могло бы уплотняться во время горѣнія или послѣ него; горя, онъ производитъ только воду, и, если мы надъ пламенемъ его поставимъ холодный стаканъ, то стаканъ станетъ влажнымъ и вскорѣ въ немъ образуется значи-



Рис. 30.

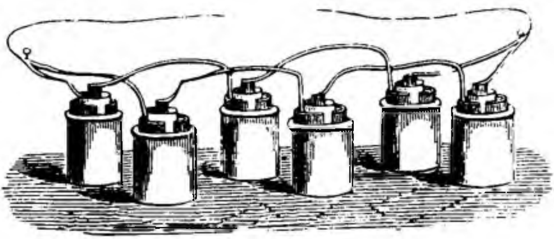
тельное количество воды; горѣніе водорода непроизводитъ ничего, кромѣ воды, вполнѣ однородной съ тою, которую мы получили при горѣніи свѣчи. Необходимо запомнить, что водородъ—единственное вещество въ природѣ, которое при горѣніи не даетъ ничего, кромѣ воды.

Теперь постараемся познакомиться еще съ какимъ-нибудь явленіемъ, дающимъ возможность вывести заключеніе объ общихъ свойствахъ воды и объ ея составѣ. Я васъ удержу еще на нѣсколько минутъ, такъ что въ слѣдующей бесѣдѣ нашей мы будемъ имѣть возможность лучше изслѣдовать интересующій насъ вопросъ. Я хочу

показать вамъ средство, которымъ мы можемъ заставить цинкъ, оказывающій на воду, какъ мы видѣли, извѣстное дѣйствіе, сосредоточить всю энергію своего дѣйствія на какой угодно точкѣ, по нашему выбору. Прежде чѣмъ мы заключимъ сегодняшнюю бесѣду, я хочу дать вамъ понятіе о томъ, что̀ такое гальваническая батарея (рис. 31) и какова ея сила. Такимъ образомъ вы нынче же увидите приборъ, которымъ мы будемъ пользоваться въ слѣдующій разъ. Посмотрите: вы видите у меня въ рукахъ концы проволокъ; эти проволоки позволяютъ мнѣ распоряжаться тою силою, которой я буду дѣйствовать на воду.

Мы уже видѣли, какая сила горѣнія заключается въ каліи, цинкѣ, желѣзныхъ опилкахъ; но ни одно изъ этихъ веществъ не можетъ сравниться въ этомъ отношеніи съ силою гальванической батареи (Профессоръ соединяетъ концы проволокъ и получаетъ чрезвычайно яркую искру). Искра эта производится горѣніемъ, сила котораго въ сорокъ разъ больше силы горѣнія цинка. При помощи проволокъ гальванической батареи, я могу распоряжаться этой силой, какъ мнѣ угодно; но если бы *я* неосторожно привелъ ее въ соприкосновеніе съ собою, она моментально убила бы меня. Сила эта чрезвычайно велика и то количество ея, которое получится раньше, чѣмъ вы въ состояніи сосчитать до пяти, равняется силѣ нѣ-

скольких молній (Профессоръ приводитъ проволоки въ соприкосновеніе и добываетъ электрическій свѣтъ). Чтобы дать вамъ наглядное понятіе объ этой силѣ, я снова соединю концы проволокъ, и съ помощью полученной искры сожгу желѣзные опилки. Эту химическую силу я въ слѣдующей



Фиг. 31.

нашей бесѣдѣ примѣню къ изслѣдованію воды и покажу вамъ, что при этомъ получится.

БЕСѢДА ЧЕТВЕРТАЯ.

Разложеніе воды электричествомъ.—Кислородъ.—Роль кислорода при горѣніи.—Другая составная часть воды.

Въ предыдущихъ нашихъ бесѣдахъ мы открыли, что при горѣніи свѣча образуетъ воду, совершенно такую же, какъ самая обыкновенная вода; далѣе, изслѣдованіе воды показало намъ, что она содержитъ чрезвычайно интересный, очень легкій газъ, называемый водородомъ, небольшое количество котораго мы имѣемъ здѣсь въ этомъ сосудѣ. Затѣмъ мы узнали, что водородъ легко воспламеняется и при горѣніи образуетъ воду. Наконецъ, въ послѣдній разъ я показалъ вамъ аппаратъ, при помощи котораго можно собирать на концахъ металлическихъ проволокъ чрезвычайно энергичную химическую силу. Я сказалъ, что воспользуюсь этой силой, чтобы разложить воду и посмотрѣть, что,

кромѣ водорода, входитъ въ ея составъ, вы вѣдь помните, что когда мы пропускали паръ сквозь накаленную желѣзную трубку, то мы не могли получить такого же количества воды, какое было пропущено сквозь трубку въ видѣ пара, несмотря на то, что при этомъ выдѣлилось нѣкоторое количество газа.

Теперь намъ нужно изслѣдовать, что еще, кромѣ водорода, заключается въ водѣ. Чтобы вы поняли устройство и примѣненіе моего прибора, я произведу нѣсколько опытовъ. Возьмемъ сначала нѣсколько извѣстныхъ намъ по составу веществъ и посмотримъ, что сдѣлаетъ съ ними этотъ приборъ. Возьмемъ мѣдь и азотную кислоту, которая обнаруживаетъ сильное химическое дѣйствіе на мѣдь, такъ что, при опусканіи въ нее мѣди, изъ нея выдѣляются красивые бурые пары. Впрочемъ, пары непріятны и ненужны намъ, и потому помощникъ мой подержитъ смѣсь у вытяжной трубки, чтобы мы могли продолжать нашъ интересный и полезный опытъ безъ нихъ. Мѣдь, положенная въ сосудъ, наполненный смѣсью воды и азотной кислоты, растворится и превратитъ эту смѣсь въ красивую голубую жидкость, которая будетъ содержать въ себѣ мѣдь съ примѣсью другихъ веществъ; теперь я покажу вамъ, какъ будетъ дѣйствовать на эту смѣсь гальваническая батарея. А пока мы сдѣлаемъ опытъ, который позволитъ намъ судить о силѣ этого при-

бора. Вотъ жидкость, похожая на чистую воду, но содержащая вещество, пока еще намъ неизвѣстное. Это растворъ одной соли, который я наливаю на листъ бумаги такъ, чтобы онъ его смочилъ всего; затѣмъ посмотримъ дѣйствіе батареи на эту бумагу. При этомъ произойдетъ нѣсколько весьма интересныхъ явленій, которыя мы изучимъ. Я кладу пропитанную растворомъ бумагу на оловянный листъ; это предохранитъ бумагу отъ примѣси постороннихъ веществъ и облегчитъ дѣйствіе химической силы, которую я хочу пустить въ ходъ. Вы видите, что, разливъ нашъ растворъ на бумагу и помѣстивъ ее на оловянномъ листѣ, я ничуть не измѣнилъ раствора, т.-е. не привелъ въ соприкосновеніе съ какимъ-либо веществомъ, которое могло бы измѣнить его составныя части; теперь мы испробуемъ на немъ дѣйствіе батареи. Но сперва посмотримъ, въ порядкѣ ли у насъ самая батарея. Вотъ ея проволоки; удостовѣримся, въ томъ же ли онѣ состояніи, въ какомъ были въ прошлый вечеръ. Убѣдиться въ томъ нетрудно. Видите, я соединяю концы проволокъ, но не получаю никакого дѣйствія, потому что провода или пути, по которымъ идетъ электричество, разъединены. Но вотъ мой помощникъ посылаетъ мнѣ блестящую телеграмму, которая возвѣщаетъ меня, что все въ порядкѣ. (Профессоръ соединяетъ концы проволоки и получаетъ искру). Однако, прежде чѣмъ присту-

пимъ къ опыту, я попрошу снова прекратить сообщеніе, и потомъ мы соединимъ концы проволокъ платиновой пластинкой. Если пластинка эта накалится, хотя на нѣкоторомъ протяженіи своемъ, то мы приступимъ къ нашему опыту съ растворомъ, не опасаясь неудачи (проволоки соединяются и платиновая пластинка становится красною). Вы видите, по пластинкѣ проходитъ электрическая сила; чтобы лучше показать вамъ могущество этого дѣятеля, которымъ мы будемъ изслѣдовать воду, я взялъ пластинку довольно тонкую.

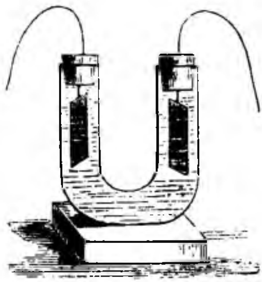


Рис. 32.

Теперь возьмемъ два куска платины *) и положимъ ихъ на нашъ мокрый листъ бумаги; при этомъ мы не увидимъ никакой перемѣны: все остается въ прежнемъ состояніи; не обнаруживается ни малѣйшаго дѣйствія. Но смотрите, что будетъ дальше. Если я возьму концы проволокъ и положу ихъ на платиновыя пластинки каждый особо, то не получу никакого результата. Но посмотримъ, что получится, если я приложу къ пластинкамъ обѣ проволоки одновременно (Подъ обоими полюсами

*) Платина, названіе которой происходитъ отъ испанскаго plat na—серебрецо,—извѣстна въ Европѣ только съ 1740 г. Послѣ ковки металлъ этотъ почти такъ же бѣлъ, какъ серебро; онъ не имѣетъ ни вкуса, ни запаха.

батареи показывается по темной точкѣ). Какъ видите, дѣйствіе электричества выразилось въ томъ, что я извлекъ изъ раствора что-то темное и получилъ на бумагѣ пятна. Я думаю, что, приложивъ одинъ изъ полюсовъ къ олову на нижней поверхности бумаги, я получу тотъ же результатъ и такимъ образомъ могу писать на бумагѣ. Я попробую написать что-нибудь безъ пера и чернилъ (Профессоръ пишетъ концомъ одной изъ электрическихъ проволокъ на бумагѣ слово «молодежь»). Вотъ славный результатъ нашего опыта!

Вы видите, стало быть, что я извлекъ изъ раствора неизвѣстное намъ вещество. Возьмемъ теперь сосудъ (рис. 32), который держитъ мой помощникъ, и посмотримъ, что можно добыть изъ него. Вы видите въ немъ жидкость, которую составили изъ мѣди и азотной кислоты въ то время, пока у насъ происходили другіе опыты. Мнѣ приходится дѣлать все второпяхъ, и потому результатъ выйдетъ, пожалуй, не совсѣмъ удовлетворительный. Но я хочу для наглядности дѣлать все на вашихъ глазахъ, и потому не приготовилъ заранѣе всего, что нужно.

Теперь смотрите: отъ аппарата, который находится передъ вами, идутъ проволоки, на концѣ которыхъ находятся двѣ платиновыя пластинки; я приведу ихъ въ соприкосновеніе съ этимъ растворомъ, какъ дѣлалъ съ бумагой, пропитанной

этой самой жидкостью. Нальемъ ли мы растворъ на бумагу, или оставимъ его въ сосудѣ, — все равно, лишь бы только его можно было привести въ соприкосновеніе съ проводниками батареи. Если мы погрузимъ въ него обѣ разъединенныя другъ отъ друга платиновыя пластинки, то, вынувъ ихъ, увидимъ, что онѣ остались бѣлыми и

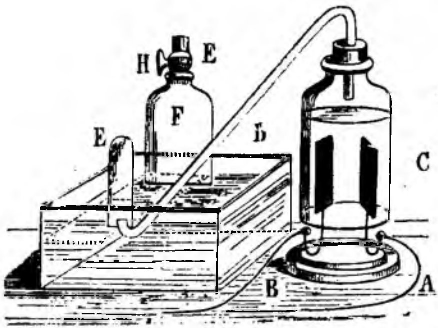


Рис. 33.

чистыми, какъ и прежде; но если на нихъ будетъ дѣйствовать электрическая сила (профессоръ соединяетъ проволоки батареи и пластинки платины и снова погружаетъ ихъ въ растворъ), то одна изъ пластинокъ, какъ видите, какъ будто превратилась въ мѣдь, которую мы имѣли до начала нашего опыта. Вторая же осталась въ прежнемъ видѣ. Если я перемѣщу ту же пластинку, превратившуюся въ мѣдь, поставлю ее на мѣсто чистой, и наоборотъ, и погружу ихъ опять въ растворъ, дѣйствуя въ то

же время электрической силой, то мы увидимъ, что пластинка, покрывшаяся раньше мѣдью, выйдетъ изъ сосуда совершенно чистою, а та, которая оставалась прежде чистою, покрывается слоемъ мѣди. Этотъ опытъ доказываетъ, что при помощи нашего аппарата мы можемъ по желанію извлекать изъ раствора растворенную въ немъ мѣдь.

Оставимъ этотъ растворъ и посмотримъ, какъ дѣйствуетъ батарея на воду. Вотъ у насъ двѣ маленькія пластинки (рис. 33), которыя я соединю съ концами проволокъ батареи. Затѣмъ мы имѣемъ небольшой сосудъ (С), который можетъ разбираться, чтобы намъ лучше было видно его устройство. Далѣе я беру двѣ чашки съ ртутью и погружаю въ нихъ концы проволокъ (A и B), которыя находятся въ соединеніи съ платиновыми пластинками. Въ сосудъ (С) я наливаю воды съ небольшою примѣсью кислоты (которая прибавляется лишь для ускоренія дѣйствія тока, сама же остается безъ измѣненія). На верху сосуда я укрѣпилъ изогнутую стеклянную трубку (D), которая, вѣроятно, напомнитъ вамъ трубку въ нашемъ опытѣ съ печью. Но на этотъ разъ нижній конецъ трубки проведенъ подъ опрокинутый сосудъ (E). Теперь мы попробуемъ дѣйствіе нашего аппарата на воду, которая въ немъ находится. Въ одномъ изъ предыдущихъ опытовъ я проводилъ воду сквозь нагрѣтую докрасна трубку; теперь я проведу электричество сквозь содержимое этого сосуда. Быть можетъ,

вода закипитъ. Въ такомъ случаѣ, какъ вы знаете, она дастъ паръ, а паръ, охлаждаясь, даетъ воду; слѣдовательно, вамъ легко судить, кипитъ вода или нѣтъ. Можетъ случиться, что произойдетъ какое-нибудь другое явленіе, только по виду похожее на кипѣніе. Посмотримъ. Я кладу одну



Рис. 34.

проволоку батареи съ одной стороны (А), а вторую съ другой (В). Кажется, вода отъ этого закипѣла; но кипѣніе ли это? Посмотримъ, дѣйствительно ли паръ то вещество, которое отъ нея отдѣляется. Сосудъ (Е) быстро наполняется паромъ, если только это вещество въ самомъ дѣлѣ паръ. Изъ предыдущихъ опытовъ мы знаемъ, что паръ не можетъ оставаться надъ поверхностью воды въ газообразномъ состояніи и сейчасъ же превращается въ воду. Но такъ какъ полученное нами

вещество собирается въ сосудѣ (F), не превращаясь въ воду, то изъ этого мы выводимъ заключенiе, что вещество это—не паръ. Нѣтъ никакого сомнѣнiя, что это какой-нибудь газъ. Не водородъ ли это? Пусть-ка онъ скажетъ самъ намъ, кто онъ таковъ. Если это водородъ, то онъ загорится. (Профессоръ зажигаетъ часть газа (рис. 34), который загорается со взрывомъ). Итакъ, мы видимъ, что вещество это горитъ, но не совсѣмъ такъ, какъ водородъ. Послѣднiй загорѣлся бы безъ взрыва; но пламя, которымъ горитъ нашъ газъ, очень похоже на пламя водорода. Притомъ, замѣтимъ, что полученный нами газъ можетъ горѣть и безъ доступа воздуха. Чтобы лучше объяснить вамъ особенности, отличающiя этотъ опытъ, я приготовилъ другой аппаратъ. Вмѣсто открытаго сосуда, я возьму закупоренный. Я хочу доказать вамъ, что газъ этотъ, каковъ бы ни былъ его составъ, можетъ горѣть безъ доступа воздуха и этимъ отличается отъ свѣчи. Я возьму стеклянный сосудъ (G) (рис. 35), къ которому придѣланы двѣ платиновыя проволоки (I и K), проводящiя электричество. При помощи воздушнаго насоса мы выкачиваемъ изъ сосуда (G) воздухъ. Опорожнивъ этотъ сосудъ, мы привинчиваемъ его къ сосуду съ газомъ (F), полученнымъ нами разложенiемъ воды, при помощи электрической батареи, при чемъ получившiйся газъ мы цѣликомъ собрали въ этомъ сосудѣ (F). Привинтивъ сосудъ (G) къ сосуду (F)

такъ, чтобы они находились въ прямомъ сообщеніи, я открываю краны (HH), и вы увидите, слѣдя за поверхностью воды въ сосудѣ (F), что газъ изъ этого сосуда поднимается въ сосудъ (G). Теперь я закрываю краны, потому что напустилъ столько газа, сколько сосудъ можетъ вмѣстить, а увеличивать это количество опасно, такъ какъ сосудъ можетъ

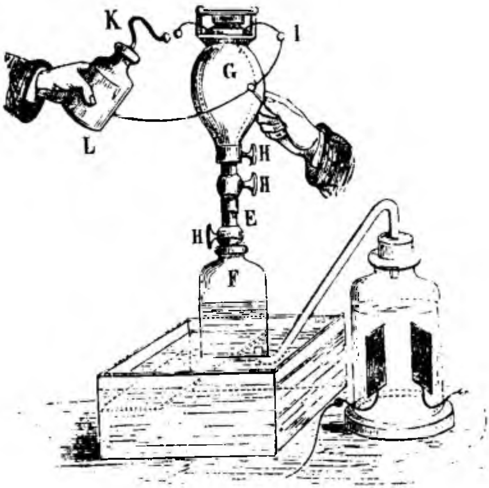


Рис. 35.

взорваться. Я извлеку искру изъ Лейденской банки (L) и впущу ее въ сосудъ (G), и вы увидите, что прозрачныя стѣнки сосуда помутнѣютъ. Взрыва при этомъ не будетъ, потому что стекло достаточно плотно, чтобы сдержать его (Искра проникаетъ въ сосудъ и воспламеняетъ въ немъ взрывчатую смѣсь, при чемъ получается яркій

свѣтъ). Если я теперь снова привинчу сосудъ (G) къ сосуду (F) и открою краны, то вы увидите, что газъ вторично входитъ въ него. Электрическая искра сожгла первое количество газа, и въ сосудѣ осталась пустота, которую газъ естественно стремится наполнить. Возобновимъ опытъ (профессоръ снова зажигаетъ газъ), и въ сосудѣ снова образуется пустота, что докажетъ намъ вода, которая, какъ вы видите, въ сосудѣ (F) начинаетъ подниматься. Послѣ всякаго взрыва мы получаемъ, стало быть, пустоту, потому что искра взрываетъ газъ, получаемый отъ дѣйствія батареи на воду, и онъ снова обращается въ воду, что доказывается тѣмъ, что стѣнки сосуда (G) мутнѣютъ все больше, и въ верхней его части осаждаются капли воды, которыя постепенно начинаютъ стекать внизъ.

Мы подвергли воду опыту, въ которомъ воздухъ рѣшительно безучастенъ. Вода, добытая изъ свѣчи, получилась отчасти съ помощью воздуха, здѣсь же мы добыли ее безъ всякаго его содѣйствія; отсюда можемъ вывести заключеніе, что въ составъ воды должно входить вещество, которое свѣча при горѣніи заимствуетъ изъ воздуха и которое, соединяясь съ водородомъ, даетъ воду.

Въ сегодняшней бесѣдѣ мы имѣли возможность видѣть, какъ при помощи электрическихъ проводовъ можно извлекать мѣдь изъ ея раствора. Изъ этого мы заключаемъ, что электрическая энергія можетъ разлагать и возстановлять растворы метал-

ловъ. На этомъ основаніи посмотримъ, не можетъ ли также электрическая энергія разложить воду на ея составныя части такъ, чтобы получить каждую составную часть отдѣльно.

Предположимъ, что я возьму оба полюса,—т. е. концы металлическихъ проволокъ этой батареи,— чтобы посмотрѣть, какое дѣйствіе произведетъ ихъ соприкосновеніе на воду, заключающуюся въ этомъ аппаратѣ (рис. 36), къ которому мы прикрѣпимъ оба

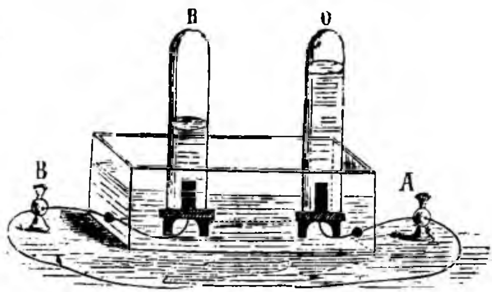


Рис. 33.

провода на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга. Первый полюсъ (*А*) я поставлю съ одной стороны ванны, а второй (*В*) съ другой стороны. Затѣмъ я беру двѣ небольшія пластиночки, пронизанныя дырочками, и ставлю ихъ по одной на каждомъ полюсѣ; такимъ образомъ газы, получаемые при разложеніи воды, будутъ подниматься каждый отдѣльно. Теперь соединимъ полюсы съ батареей, т. е. пустимъ электрическій токъ, и мы сразу увидимъ, какъ изъ воды нашей ванны начинаютъ

отдѣляться пузырьки газа. Теперь соберемъ эти пузырьки и изслѣдуемъ ихъ. Для этого возьмемъ стеклянный цилиндръ (*O*); наполнимъ его водой и поставимъ надъ однимъ полюсомъ (*A*), потомъ возьмемъ другой цилиндръ съ водой (*H*) и поставимъ его на другой полюсъ. Такимъ образомъ у насъ составился двойной аппаратъ, каждая сторона котораго даетъ газъ. Оба цилиндра наполнятся имъ. Вы видите, что лѣвый цилиндръ (*H*) наполняется очень быстро, правый же (*O*) медленнѣе, и хотя нѣсколько пузырей газа улетѣли, но процессъ въ общемъ совершается правильно.

При этомъ вы видите, что въ лѣвомъ цилиндрѣ (*H*) содержится вдвое больше газа, чѣмъ въ правомъ (*O*). Оба полученные газа безцвѣтны; они держатся надъ водою, не сгущаясь; они совершенно схожи, по крайней мѣрѣ, по внѣшнему виду. Теперь мы можемъ изучить ихъ и узнать ихъ свойства. У насъ они въ большомъ количествѣ, и намъ легко произвести опыты. Я начну съ цилиндра (*H*), и надѣюсь, что вы скоро поймете, что въ немъ содержится водородъ.

Вспомните различныя свойства этого газа: онъ очень легокъ, онъ удерживался у насъ въ опрокинутомъ отверстіемъ внизъ сосудѣ и горѣлъ блѣднымъ пламенемъ. Посмотримъ, не обладаетъ ли газъ, собранный нами въ этомъ цилиндрѣ (*H*), этими же самыми свойствами. Если это водородъ, то онъ удержится у насъ въ цилиндрѣ, если мы

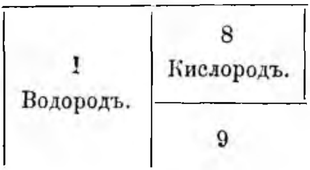
его будемъ держать отверстіемъ внизъ, и будетъ горѣть блѣднымъ пламенемъ (Профессоръ опрокидываетъ цилиндръ и зажигаетъ газъ, который загорается блѣднымъ пламенемъ, изъ чего мы заключаемъ, что это есть именно водородъ).

Вы уже знаете изъ предыдущаго опыта, что въ соединеніи оба газа даютъ взрывчатую смѣсь. Что же такое это второе вещество, которое является составной частью воды, и которое даетъ водороду горѣть и въ свою очередь образовать воду. Чтобы изучить его, я введу въ цилиндръ (*O*) зажженную лучинку, при чемъ вы увидите, что газъ самъ не горитъ, а только поддерживаетъ горѣніе лучинки (Профессоръ зажигаетъ лучинку и вводитъ ее въ цилиндръ). Посмотрите, какъ газъ этотъ усиливаетъ горѣніе дерева, которое горитъ въ немъ гораздо лучше, чѣмъ въ воздухѣ. Теперь вы видите въ отдѣльности это вещество, заключающееся въ водѣ; оно-то и было заимствовано изъ воздуха, когда при горѣніи свѣчи образовывалась вода. Какъ же мы его назовемъ? *A*, *B*, или *C*? Назовемъ его лучше кислородомъ, Oxigenium и будемъ обозначать буквою (*O*).

Итакъ, мы можемъ заключить, что въ водѣ содержится кислородъ, составляя ея значительную часть.

Теперь наши опыты станутъ намъ понятнѣе, и, благодаря имъ, мы скоро поймемъ, почему свѣча горитъ на воздухѣ.

Разложивъ при помощи электричества воду на ея составныя части, мы получили двѣ части водорода и одну часть другого газа, сжигающаго водородъ. Разница въ объемѣ и вѣсѣ ихъ выражается слѣдующей таблицей, которая показываетъ, что, сравнительно съ водородомъ, кислородъ тѣло очень тяжелое:



Кислородъ. . .	88,9
Водородъ . . .	11,1
Вода.	100,0.

Научившись извлекать кислородъ изъ воды, намъ очень важно научиться получать его въ большомъ количествѣ. Кислородъ, какъ уже вы догадываетесь, существуетъ въ воздухѣ, иначе нельзя объяснить себѣ, почему свѣча при горѣніи производитъ воду. Безъ присутствія въ воздухѣ кислорода, это было бы химически невозможно. Если такъ, то попытаемся добыть его изъ воздуха. Я знаю нѣсколько трудныхъ и сложныхъ способовъ извлечь изъ воздуха кислородъ, но мы прибѣгнемъ къ болѣе простому средству. У меня есть вещество, называемое перекисью марганца *).

*) Марганецъ, получаемый изъ черной магнезіи, есть металлъ твердый, ломкій, съ весьма слабымъ металлическимъ блескомъ, сѣроватаго цвѣта; онъ похожъ на чугунъ. На воздухѣ онъ покрывается бурой ржавчиной, окисью, которая потомъ обращается въ черный порошокъ.

Это минералъ, на видъ очень черный, весьма полезный; накаленный докрасна, онъ выдѣляетъ кислородъ. Перекись марганца мы положимъ въ желѣзную бутылку (рис. 37), къ которой прикрѣплена трубка. Бутылку эту помѣстимъ надъ сильнымъ огнемъ; она сдѣлана изъ желѣза, довольно толстаго, и въ состояніи выдержать нагрѣваніе.

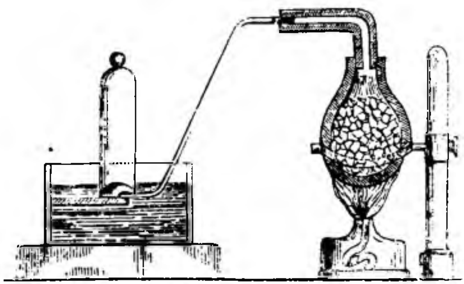


Рис. 37

Возьмемъ еще соль, т. н. хлорноватокислое кали или бертолетовую соль, которая приготовляется въ большомъ количествѣ; его употребляютъ для стирки бѣлья, для различныхъ химическихъ цѣлей и для фейерверковъ. Я смѣшиваю эту соль съ окисью марганца—замѣчу кстати, что окись мѣди или желѣза дала бы тѣ же результаты,—потомъ я ставлю реторту на огонь и получаю изъ смѣси кислородъ, даже не нагрѣвая ее докрасна. Я изготовлю кислорода немного; намъ его много и не нужно. Вы вѣроятно сами догадываетесь, что первое количество газа, которое я получу, будетъ

содержать въ себѣ примѣсь воздуха, бывшаго въ ретортѣ; мнѣ поэтому придется выпустить его неиспользованнымъ. Вы скоро убѣдитесь, что пламени спиртовой лампы окажется достаточно, чтобы доставить намъ въ настоящемъ случаѣ кислородъ. Видите, какъ легко отдѣляется газъ отъ ничтожнаго количества смѣси, которое мы положили въ реторту. Итакъ, у насъ уже два способа полученія кислорода. Разсмотримъ его свойства. Изучая полученный газъ, мы увидимъ, что онъ совершенно одинаковъ съ тѣмъ, который доставилъ намъ опытъ съ батареею: онъ безцвѣтенъ, не растворяется въ водѣ и, по внѣшнимъ признакамъ, похожъ на воздухъ. Такъ какъ въ первыхъ полученныхъ нами порціяхъ кислорода, заключается примѣсь воздуха, то мы выпустимъ его, чтобы нашъ опытъ происходилъ на чистомъ кислородѣ и, слѣдовательно, вышелъ бы вѣрнѣе и правильнѣе. Мы уже видѣли, что кислородъ, добытый изъ воды посредствомъ электричества, имѣетъ свойство поддерживать горѣніе дерева, воска и вообще всякого другого горючаго вещества; поэтому мы можемъ ожидать, что свойство это обнаружится и въ кислородѣ, который мы только что получили. Попробуемъ. Эта восковая свѣчка прекрасно горитъ на воздухѣ; но вы видите (профессоръ опускаетъ ее въ сосудъ съ кислородомъ (рис. 38), что въ этомъ газѣ она даетъ еще болѣе яркое пламя. Кромѣ того, вы можете наблюдать еще одно его свойство,

а именно, что это тяжелый газъ, тогда какъ водородъ, напротивъ того, уносится въ воздухъ, какъ воздушный шаръ, даже еще скорѣе, ибо его не задерживаетъ тяжесть оболочки. Стало быть, вы видите, что отношеніе между вѣсомъ кислорода и водорода совершенно иное, чѣмъ между объемами ихъ. По объему водородъ вдвое больше кислорода, но за то первый очень легокъ, а второй тяжелъ. Мы имѣемъ средство взвѣшивать газъ или воздухъ. Но я ограничуюсь тѣмъ, что сообщу вамъ вѣсъ водорода и кислорода.



Рис. 38.

Вѣсъ одного куб. фута водорода составляетъ $^1/_{12}$ часть унціи, а вѣсъ такого объема кислорода$=1^1/_3$ унціи. Итакъ, вы можете заключить, что кислородъ въ 16 разъ тяжелѣе, равнаго ему объема водорода.

Возвратимся къ свойству кислорода усиливать горѣніе. Чтобы доказать это свойство, я укажу вамъ свѣчу, горящую на воздухѣ, и потомъ покажу, какъ она будетъ горѣть въ кислородѣ. Я беру сосудъ съ этимъ газомъ и держу его надъ свѣчкой, чтобы вы могли сравнить дѣйствіе на нее кислорода съ дѣйствіемъ воздуха. Смотрите, она горитъ почти такимъ же яркимъ свѣтомъ, какой мы видѣли у полюсовъ гальванической

батареи. Вы можете поэтому судить, какъ сильно дѣйствуетъ кислородъ. А между тѣмъ, результатъ этого дѣйствія получается совершенно такой же, какъ и при горѣніи свѣчи въ воздухѣ.

Мы наблюдаемъ здѣсь такое же образованіе воды, которое протекаетъ совершенно такъ же, какъ и при горѣніи на воздухѣ.

Ознакомившись съ кислородомъ, займемся тщательнымъ изученіемъ его, чтобы поближе разобрать поразительное свойство его поддерживать горѣніе. Сила, которую онъ придаетъ горѣнію, прямо удивительна. Возьмемъ, напр., лампу, она правда, очень простая, но можетъ тѣмъ не менѣе служить образцомъ лампъ, употребляемыхъ для различныхъ цѣлей. Если вы хотите, чтобы она свѣтила лучше, это очень легко сдѣлать. Если свѣча такъ хорошо горитъ въ кислородѣ, то навѣрное то же будетъ съ лампой. Чтобы испытать это, возьмемъ конецъ трубки, проведенной къ резервуару кислорода, и доставимъ черезъ нее этотъ газъ лампѣ, которую я нарочно заставилъ дурно горѣть.

Къ лампѣ притекаетъ струя кислорода и она ярко вспыхиваетъ! Но какъ только я лишу ее этого продовольствія, она сейчасъ померкнетъ (притокъ кислорода задерживаютъ,—лампа немедленно меркнетъ).

Итакъ, мы видимъ удивительные результаты дѣйствія кислорода; кстати замѣтимъ, что онъ усили-

ваетъ горѣніе не только лампы или свѣчи, но вообще поддерживаетъ всякое горѣніе. Испытаемъ вліяніе кислорода на желѣзо, которое, какъ мы видѣли, слегка горитъ въ воздухѣ. Возьмемъ банку съ кислородомъ и простую желѣзную проволоку. Впрочемъ, металлъ будетъ горѣть и въ томъ случаѣ, если вмѣсто проволоки возьмемъ желѣзную полосу, толщиною въ мою руку. Я привязываю къ желѣзу кусочекъ дерева, зажигаю его и погружаю проволоку въ кислородъ (рис. 39). Дерево зажжено и горитъ, какъ должно горѣть дерево въ кислородѣ; но вскорѣ отъ него загорится и металлъ. И дѣйствительно, вотъ онъ загорается и горитъ блестящимъ пламенемъ, которое потухнетъ не скоро. Пока въ сосудѣ будетъ кислородъ, и пока все желѣзо не сгоритъ, горѣніе не прекратится совершенно.

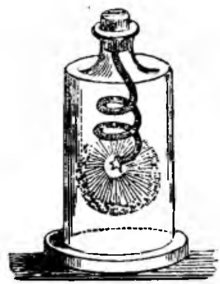


Рис. 39

Отставимъ въ сторону эту бутыль и возьмемъ другое вещество. Я беру кусокъ сѣры *). Вы

*) Сѣра находится въ естественномъ состояніи въ вулканической почвѣ, а также въ соединеніи съ металлами и въ нѣкоторыхъ минеральныхъ водахъ; это тѣло очень рыхлое, при обыкновенной температурѣ твердое, свѣтло-желтаго цвѣта, безъ запаха и вкуса, хотя при треніи даетъ своеобразный запахъ. При горѣніи она даетъ красивое синее пламя и острый запахъ, которые мы замѣчаемъ, зажигая сѣрную спичку.

знаете, что сѣра горитъ въ воздухѣ; теперь я погружу ее въ кислородъ, и вы увидите, что все, что горитъ на воздухѣ, горитъ еще гораздо сильнѣе въ кислородѣ; изъ этого вы можете вывести заключеніе, что воздухъ обязанъ своею способностью поддерживать горѣніе присутствію въ немъ кислорода. Сѣра горитъ въ кислородѣ спокойно; но вы при первомъ же взглядѣ видите, что здѣсь горѣніе ея гораздо дѣятельнѣе, чѣмъ въ воздухѣ.

Теперь перейду къ другому веществу—фосфору *). Этотъ опытъ я вамъ не совѣтую повторять дома. Фосфоръ очень горючее вещество, и если оно такъ хорошо горитъ въ воздухѣ, чего можно ждать отъ него при горѣніи въ кислородѣ? Я не могу показать вамъ это явленіе во всей его силѣ, потому что это повело бы къ разрушенію прибора. Я не увѣренъ даже теперь, что онъ не лопнетъ, несмотря на всѣ мои предосторожности; а я очень не хотѣлъ бы испортить мой приборъ. Видите, какъ это вещество свѣтитъ въ воздухѣ, но какъ ослѣпительно засіяетъ оно, когда я

*) Фосфоръ добывается изъ фосфорнокислой извести, которую содержатъ въ себѣ кости животныхъ; это тѣло твердое, безцвѣтное, съ слабымъ чесночнымъ запахомъ. Въ водѣ оно желтѣетъ, а при другихъ условіяхъ цвѣтъ его различно измѣняется. Чтобы зажечь его, достаточно самаго легкаго тренія; обжечься имъ очень опасно, потому что онъ оставляетъ въ ранѣ ѣдкую кислоту (фосфорную кислоту). Фосфоромъ можно писать буквы или рисовать фигуры, ясно видимыя въ темнотѣ.

опущу его въ кислородъ (Профессоръ вводитъ зажженный фосфоръ въ банку съ кислородомъ (рис. 40). Вы легко можете замѣтить, что отъ него отдѣляются плотныя частицы, вслѣдствіе чего его горѣніе такъ изумительно ярко.

Итакъ, рядомъ опытовъ мы убѣдились въ способности кислорода поддерживать горѣніе и видѣли, съ какой силой происходитъ при этомъ горѣніе. Теперь же разсмотримъ дѣйствіе кислорода на водородъ.

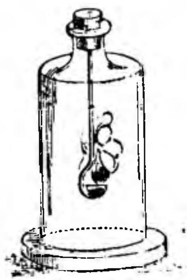


Рис. 40.

Вы помните, что, когда мы смѣшивали и зажигали вмѣстѣ кислородъ и водородъ, добытые разложеніемъ воды, происходилъ небольшой взрывъ. Вы помните также, что при зажиганіи смѣшанной струи водорода и кислорода мы получали слабое пламя, но зато сильный жаръ.

Теперь я зажгу оба эти газа, смѣшавъ ихъ въ такомъ отношеніи, въ какомъ они содержатся въ водѣ. Въ этомъ сосудѣ мы имѣемъ одинъ объемъ кислорода и два объема водорода. Смѣсь эта совершенно одинакова съ газомъ, полученнымъ нами дѣйствіемъ на воду батареи. Его здѣсь слишкомъ много, потому я не рѣшаюсь зажечь все это количество сразу. Я буду выдувать изъ смѣси мыльные пузыри и зажигать ихъ, чтобы съ по-

мощью этихъ опытовъ узнать, какимъ образомъ кислородъ поддерживаетъ горѣніе водорода. Прежде выдуемъ пузыри. Газъ идетъ (Профессоръ пропускаетъ смѣсь газовъ черезъ мыльную воду при помощи курительной трубки). Вотъ и пузырь. Я поймаю его на ладонь. Вы, быть можетъ, подумаете, что при этомъ опытѣ я дѣйствую довольно странно; но я желаю показать вамъ, что дѣло не всегда въ шумѣ и трескѣ. Шума у меня будетъ мало, но очевидность явленія отъ этого не уменьшится (Профессоръ зажигаетъ пузырь, который производитъ взрывъ на его ладони). Я не зажигаю пузыри на концѣ трубки, потому что взрывъ можетъ передаться содержимому склянки, и она лопнетъ. Итакъ, вы видите, что кислородъ соединяется съ водородомъ чрезвычайно быстро, что можно заключить изъ производимаго имъ при этомъ шума.

При соединеніи съ водородомъ кислородъ тратитъ всѣ свои силы, чтобы уничтожить свойства послѣдняго. Я полагаю, что вамъ теперь ясно взаимоотношеніе, которое существуетъ между образованіемъ воды при горѣніи и присутствіемъ кислорода въ воздухѣ. Почему калій разлагаетъ воду? Потому что онъ въ водѣ находитъ кислородъ. Что происходитъ, когда я бросаю кусочекъ калія въ воду? Освобождается водородъ, который тутъ же загорается, а кислородъ соединяется съ каліемъ. Калій отнимаетъ отъ воды тотъ самый кислородъ,

который наша свѣча при горѣніи отнимала отъ воздуха и съ помощью котораго образовала воду, при этомъ калій освобождаетъ водородъ.

Если мы помѣстимъ кусочекъ калія на ледъ, то онъ и на льду загорится и произведетъ на немъ родъ вулканическаго изверженія. Я вамъ говорю все это для того, чтобы объяснить, насколько явленія находятся въ зависимости отъ измѣненій внѣшнихъ условій.

Я показалъ вамъ необычайныя и довольно опасныя явленія, происходящія при горѣніи, чтобы въ слѣдующей бесѣдѣ доказать, что они не будутъ имѣть мѣста ни при горѣніи свѣчи, ни при сжиганіи топлива, ни при освѣщеніи газомъ нашихъ улицъ, если только мы будемъ соблюдать соотвѣтствующія правила, установленныя законами природы.

БЕСѢДА ПЯТАЯ.

Кислородъ, какъ составная часть воздуха. — Азотъ. — Его свойства.—Сила давленія воздуха и его упругость.— Прочіе продукты горѣнія свѣчи.—Угольная кислота.— Ея свойства.

Въ послѣдней нашей бесѣдѣ мы убѣдились, что воду, образуемую при горѣніи свѣчи, можно разложить на водородъ и кислородъ. При этомъ мы видѣли, что водородъ находился въ веществѣ свѣчи, а относительно кислорода мы должны предположить, что онъ взятъ изъ воздуха. Слѣдовательно, у васъ долженъ явиться вопросъ: «Отчего воздухъ и кислородъ неодинаково сильно поддерживаютъ горѣніе свѣчи?» Вы навѣрно помните, что свѣча въ кислородѣ горѣла гораздо ярче, чѣмъ на воздухѣ. Чѣмъ объяснить эту разницу? Вопросъ этотъ очень интересенъ, и я постараюсь основательно познакомить васъ съ нимъ, такъ какъ онъ касается свойствъ воздуха, которыя намъ очень важно изучить.

Мы имѣемъ много способовъ изучить кислородъ и узнать всѣ его свойства, кромѣ свойства поддерживать горѣніе. Мы уже видѣли, какъ горятъ въ кислородѣ и воздухѣ свѣчи, фосфоръ и желѣзные опилки. Кромѣ того, мы можемъ подвергнуть кислородъ нѣкоторымъ другимъ опытамъ, чтобы изучить его остальныя свойства.

Возьмемъ сосудъ съ кислородомъ. Для того, чтобы убѣдиться въ присутствіи въ этомъ сосудѣ кислорода, стоитъ только опустить въ него тлѣющую лучинку. Послѣ того, что мы видѣли въ прошлую бесѣду, вы знаете, что лучинка загорится ярче. Вотъ видите, въ сосудѣ дѣйствительно кислородъ: это доказывается яркимъ горѣніемъ лучинки. Теперь перейдемъ къ другому опыту, очень полезному и интересному. Я беру два сосуда, наполненные газомъ, и соединяю вмѣстѣ ихъ отверстія. Для того, чтобы газы не смѣшались, между сосудами положена стеклянная пластинка. Но если я эту пластинку выну, то газы сейчасъ же перемѣшаются. Что же будетъ? спрашиваете вы: вѣдь смѣсь ихъ не производитъ горѣнія, подобнаго горѣнію свѣчки. Нѣтъ; но вы видите, что кислородъ обнаруживаетъ свое присутствіе, придя въ соприкосновеніе съ другимъ веществомъ *). Вы видите, какой красивый красный газъ мы получили при

---

*) Газъ, употребляемый для открытія присутствія кислорода, есть закись азота. Этотъ безцвѣтный газъ при сопри-

этомъ процессѣ, который обнаружилъ намъ присутствіе кислорода. Мы сдѣлаемъ другой опытъ, смѣшавъ это вещество, которое мы брали для пробы, съ воздухомъ. Вотъ двѣ склянки: въ одной воздухъ, въ которомъ свѣча можетъ горѣть; въ другой—закись азота, т. е. тотъ самый газъ, который мы брали для предыдущаго опыта. Я соединяю обѣ склянки, и мы увидимъ, что газъ этотъ перемѣшается съ воздухомъ, и я получаю тотъ же результатъ, какъ и прежде, т. е. покраснѣніе воздуха, что доказываетъ намъ присутствіе въ немъ кислорода, какъ прежде мы доказали присутствіе его въ водѣ, добытой нами изъ свѣчки. Но отчего же свѣча въ воздухѣ горитъ хуже, чѣмъ въ кислородѣ? Я постараюсь объяснить вамъ это. Въ этихъ двухъ склянкахъ, совершенно равныхъ по объему, заключаются газы; на видъ они такъ схожи, что мы рѣшительно не знаемъ, въ какой склянкѣ находится воздухъ и въ какой кислородъ, я только знаю, что онѣ были наполнены этими газами. У насъ подъ рукой имѣется нашъ пробный газъ и я намѣренъ теперь подвергнуть склянки опыту, чтобы узнать, не произойдетъ ли разницы въ окрашиваніи этихъ газовъ при смѣшеніи ихъ съ нашимъ пробнымъ газомъ, чтобы изъ полученной разницы

косновеніи съ кислородомъ соединяется съ нимъ и образуетъ азотистую кислоту—красноватый газъ, на цвѣтъ котораго намекаетъ профессоръ.

вывести заключеніе о различныхъ свойствахъ кислорода и воздуха.

Я впускаю пробный газъ въ одну изъ склянокъ и замѣчаю, что содержимое ея сейчасъ же окрашивается въ красный цвѣтъ, изъ чего я заключаю, что въ ней находится кислородъ. Теперь я сдѣлаю то же самое со второй склянкой и убѣждаюсь, что ея содержимое тоже окрашивается въ красный цвѣтъ, но въ гораздо меньшей степени. Этотъ опытъ можно повести дальше и обнаружить при этомъ весьма интересное явленіе. Я смѣшиваю содержимое первой склянки съ водой и замѣчаю, что вода поглощаетъ красный цвѣтъ, и сколько бы я ни продолжалъ прибавлять воды, красный цвѣтъ будетъ поглощаться, пока въ склянкѣ будетъ кислородъ. Другое явленіе мы замѣтимъ, смѣшивая съ водой содержимое другой склянки. Здѣсь красный газъ тоже поглощается водой, но, продолжая опытъ, мы можемъ убѣдиться, что наступитъ моментъ, когда пробный газъ больше не будетъ давать окрашиванія при смѣшеніи съ находящимся въ этой склянкѣ газомъ. Чѣмъ это объяснить? Это объясняется тѣмъ, что въ воздухѣ, кромѣ кислорода, имѣется еще какой то газъ, который не даетъ покраснѣнія при смѣшеніи съ нашимъ пробнымъ газомъ.

Теперь вы легко поймете то, что мнѣ еще осталось сказать вамъ. Вы видѣли, что, при сжиганіи фосфора въ стеклянномъ сосудѣ, получался

дымъ отъ соединенія фосфора съ кислородомъ воздуха, при чемъ значительная часть воздуха, оставалась въ видѣ газа. Теперь мы получили какое-то вещество воздуха, на которое не дѣйствуетъ пробный газъ.—Это вещество есть тоже газъ, но на него не вліяютъ ни фосфоръ, ни пробный газъ,—слѣдовательно, это не кислородъ, но тѣмъ не менѣе газъ, входящій въ составъ атмосфернаго воздуха.

Такимъ образомъ мы открыли способъ разлагать воздухъ, отдѣлять другъ отъ друга его составныя части—кислородъ, благодаря которому горятъ свѣчи, фосфоръ и все прочее, и другой газъ—азотъ,—неспособный поддерживать горѣніе. Азотъ находится въ воздухѣ въ гораздо большемъ количествѣ, чѣмъ кислородъ, и при изслѣдованіи оказывается тѣломъ весьма интереснымъ. Да, это замѣчательное вещество; но вы, быть можетъ, скажете, что оно васъ вовсе не интересуетъ, такъ какъ оно не играетъ важной роли въ явленіяхъ горѣнія. Если я попытаюсь зажечь азотъ, онъ не вспыхнетъ, какъ водородъ, и не усилитъ, какъ кислородъ, пламени лампы, ибо онъ самъ не загорается и не способенъ поддерживать горѣніе. При обыкновенныхъ условіяхъ въ немъ ничего не горитъ. Азотъ не имѣетъ ни запаха, ни вкуса; онъ не растворяется въ водѣ; это не кислота и не щелочь; на всѣ наши органы онъ дѣйствуетъ самымъ слабымъ образомъ. Вы почти въ правѣ сказать: «Ну, такъ вѣдь онъ просто ничто; онъ недостоинъ вниманія

со стороны насъ, химиковъ. Но для чего онъ входитъ въ составъ воздуха? Именно этотъ послѣдній вопросъ чрезвычайно важенъ и требуетъ самаго тщательнаго изученія. Подумайте, что бы сталось съ нами, если бы, вмѣсто смѣси азота съ кислородомъ, воздухъ состоялъ изъ чистаго кислорода. Вы знаете, что если въ сосудѣ съ кислородомъ зажечь кусокъ желѣза, онъ сгоритъ совершенно. Представьте же себѣ, что сдѣлалось бы съ каминной рѣшеткой, передъ которой вы обыкновенно грѣетесь, если бы воздухъ состоялъ только изъ кислорода. Она, сгорѣла бы быстрѣе, чѣмъ каменный уголь, потому что желѣзо горючѣе этого топлива. Огонь, зажженный въ топкѣ локомотива, обратился бы въ центръ громаднаго пожара, если бы насъ окружалъ одинъ кислородъ. Азотъ же уменьшаетъ силу кислорода, дѣлаетъ его болѣе полезнымъ для насъ и, вдобавокъ, избавляетъ насъ отъ дыма, который, какъ вы видѣли, получается при горѣніи свѣчи: онъ разсѣеваетъ дымъ по всей атмосферѣ и переноситъ туда, гдѣ онъ можетъ оказать важныя услуги человѣку, служа для поддержанія жизни растительнаго міра. Такимъ образомъ, значеніе азота крайне важно, хотя на первый взглядъ вы готовы сказать, что на него не стоитъ обращать вниманія. Въ обыкновенномъ состояніи своемъ азотъ бездѣятеленъ. Онъ почти не приходитъ въ непосредственное соединеніе съ другими составными частями воздуха, напр. съ кислородомъ.

Только очень сильное дѣйствіе электрической энергіи можетъ заставить азотъ соединиться съ другими веществами, но и при этомъ соединеніе происходитъ въ ничтожныхъ размѣрахъ.

Вслѣдствіе этой неспособности соединяться съ другими веществами азотъ совершенно безвреденъ и безопасенъ.

Прежде чѣмъ продолжать рѣчь объ азотѣ, я долженъ сообщить вамъ еще нѣкоторыя подробности относительно атмосферы, въ составъ которой онъ входитъ. Вотъ таблица состава 100 частей атмосфернаго воздуха:

	По объему:	По вѣсу:
Кислородъ	21	23
Азотъ.	79	77
	100	100

Таковъ въ точности составъ воздуха относительно содержанія кислорода и азота. Таблица эта показываетъ, что изъ пяти частей воздуха четыре состоятъ изъ азота и только одна изъ кислорода. Такое отношеніе необходимо, чтобы ослабить дѣйствіе кислорода до степени, необходимой для горѣнія свѣчи, и чтобы образовать атмосферу, которую легкія наши могли бы вдыхать безъ вреда для здоровья. И правильное дыханіе, и правильное горѣніе одинаково зависятъ отъ количества кислорода въ атмосферномъ воздухѣ.

Но возвратимся къ изслѣдованію воздуха. Прежде всего опредѣлимъ вѣсъ его составныхъ частей.

Кубическій футъ азота вѣситъ $1\,^1/_6$ унц., а такой же объемъ кислорода вѣситъ $1\,^3/_4$ унц. изъ чего вы можете заключить, что кислородъ гораздо тяжелѣе азота.

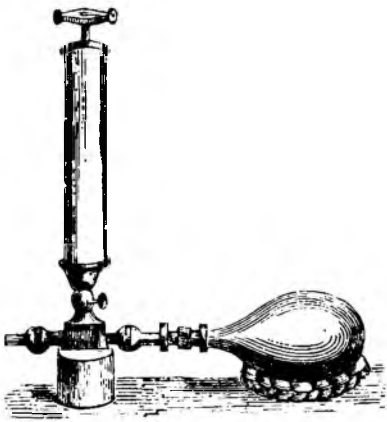


Рис. 41.

Тутъ я вамъ кстати объясню, какъ взвѣшиваются газы.

Способъ взвѣшиванія газовъ весьма простъ и легокъ. Возьмемъ вѣсы и мѣдную бутылку, настолько легкую, насколько это возможно безъ вреда для ея прочности. Она плотно закупорена, непроницаема для воздуха и снабжена краномъ, который можно отпирать и запирать. Кранъ отпертъ, и бутылка наполнена воздухомъ. Вѣсы мои очень

чутки и точны; я положу откупоренную бутылку на одну чашку ихъ, и приведу вѣсы въ равновѣсіе съ помощью тяжести, положенной на другую чашку вѣсовъ. Теперь я соединю бутылку съ нагнетательнымъ насосомъ (рис. 41), посредствомъ котораго накачаю въ бутылку сколько мнѣ нужно воздуха.

Съ помощью этого насоса впустимъ въ бутылку только опредѣленный объемъ воздуха (Профессоръ впускаетъ въ бутылку десять мѣръ воздуха). Теперь закроемъ кранъ и снова поставимъ бутылку на вѣсы. Видите — чашка опустилась: бутылка потяжелѣла. Чему приписать такое увеличеніе вѣса? Воздуху, который мы въ нее впустили. Объемъ его остался тотъ же, но вѣсъ его увеличился, потому что мы въ бутылку вогнали большое количество воздуха. Чтобы дать вамъ приблизительное понятіе о томъ, сколько воздуха мы вогнали въ бутылку, произведемъ слѣд. опытъ. Мы выпустимъ воздухъ изъ нашей бутыли въ сосудъ съ водой, такъ чтобы въ бутыли осталась обыкновенное нормальное количество воздуха. Для этого привинтимъ нашу бутыль къ сосуду съ водой (рис. 42) и откроемъ краны, такъ что лишній воздухъ изъ бутыли уйдетъ въ воду.

Чтобы удостовѣриться, что весь лишній воздухъ ушелъ, мы опять кладемъ нашу бутылку на вѣсы, и если мы убѣдимся, что она приняла свой первоначальный вѣсъ, то это докажетъ намъ, что нашъ опытъ сдѣланъ правильно.

Разница между вѣсомъ бутылки съ нормальнымъ содержаніемъ воздуха и вѣсомъ ея послѣ того, какъ вогнали десять мѣръ воздуха покажетъ намъ, сколько эти десять мѣръ вѣсили. Итакъ, вы видите, какимъ образомъ можно измѣрить опредѣленный объемъ воздуха и вообще всякаго газа. Такимъ способомъ мы вычислили, что одинъ куб. футъ воздуха вѣситъ $1^1/_5$ унціи. Этотъ маленькій опытъ не даетъ еще яснаго представленія о вѣсѣ воздуха: онъ дѣлается гораздо яснѣе, когда измѣряется въ большихъ объемахъ.



Рис. 42.

Этотъ ящикъ съ воздухомъ, который я нарочно привѣсилъ здѣсь, вѣситъ цѣлый фунтъ. А вѣсъ воздуха, заключающагося въ нашей аудиторіи равняется цѣлой тоннѣ. Не правда ли вы не ожидали такого большого вѣса?

Теперь вы имѣете понятіе о тяжести воздуха, и я долженъ объяснить вамъ нѣкоторыя послѣдствія этой тяжести.

Продѣлаемъ опыты, которые помогутъ вамъ лучше понять меня. Предположимъ, что я возьму нагнетательный насосъ, похожій на тотъ, которымъ я только что пользовался, чтобы вогнать воздухъ въ бутылку. Я соединяю его съ

сосудомъ, отверстіе котораго я могу закрыть ладонью. Вы видите, что я дѣлаю движенія рукою въ воздухѣ совершенно свободно, какъ хочу, не встрѣчая, повидимому, никакого сопротивленія. И даже трудно дѣлать ею до того быстрыя движенія, чтобы почувствовать, что вещественное препятствіе дѣйствительно существуетъ. Но если я положу руку на это отверстіе сосуда (профессоръ кладетъ руки на сосудъ, (рис. 43) изъ котораго выкачивается весь воздухъ), какъ вы замѣчаете совершенно противное. Моя рука къ этому мѣсту остается какъ бы прикованною и такъ крѣпко, что можетъ потянуть за собой весь снарядъ. Отчего же мнѣ такъ трудно отнять руку? Оттого, что ей мѣшаетъ тяжесть воздуха, находящагося надъ нею. Я покажу вамъ еще другой, болѣе понятный примѣръ. Если съ помощью воздушнаго насоса я выкачаю воздухъ изъ банки, плотно обвязанной бумагой, то вы увидите, что бумага вогнется внутрь банки до того сильно, что наконецъ лопнетъ. Видите, бумага натянута ровно; но мнѣ стоитъ только слабо нажать насосъ, чтобы измѣнить это положеніе бумаги. Вотъ, смотрите, какъ она опускается, углубляется; она вдавливается все больше и больше, и наконецъ она лопнетъ подъ тяжестью атмосферы (Бумага лопается съ трескомъ). Причина этого явленія заключается единственно въ тяжести воздуха, давящаго на бумагу, и не трудно объяснить вамъ, какъ это происходитъ. Слои воздуха рас-

положены въ атмосферѣ одинъ на другомъ и держатся другъ на другѣ точно такъ же, какъ эти пять кубовъ (рис. 44). Легко понять, что если я выну нижній кубъ, тотъ, на которомъ стоятъ всѣ прочіе, то весь столбикъ понизится. Верхній слой воздуха поддерживается нижнимъ, и какъ скоро внизу образуется пустота, въ немъ происходитъ

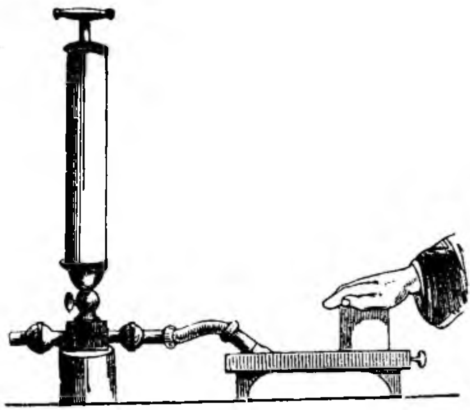


Рис. 43.

та перемѣна, которую мы видѣли, когда я клалъ руку на сосудъ, изъ котораго выкачали воздухъ, и когда лопнула бумага на банкѣ. Мы повторимъ еще разъ этотъ послѣдній опытъ. Отверстіе банки обвязано резиной. Я выкачиваю изъ банки воздухъ. Если вы послѣдите за резиной, образующей какъ бы перегородку, отдѣляющую внѣшнюю атмосферу отъ воздуха, заключеннаго въ банкѣ, то

увидите, что давленіе обнаруживается по мѣрѣ того, какъ насосъ дѣйствуетъ. Смотрите, резина до того углубилась въ банку, что я могу ввести въ банку руку. Явленіе это зависитъ отъ дѣйствія тяжести внѣшняго воздуха, которое обнаруживается здѣсь очень ясно.

Я дамъ вамъ приборъ, которымъ вы можете измѣрить свои силы. Это маленькій мѣдный приборъ, состоящій изъ двухъ полушарій, соприкасающихся другъ съ другомъ совершенно плотно. На одномъ изъ полушарій имѣется трубка; если ее соединить съ насосомъ, то изъ прибора можно выкачать весь воздухъ. Когда въ приборѣ имѣется воздухъ, полушарія легко разнять; но какъ скоро мы выкачаемъ изъ нихъ воздухъ, никто изъ васъ никакими усиліями не разниметъ ихъ.

Когда изъ прибора выкачается весь воздухъ, то на одинъ квадр. дюймъ его поверхности будетъ давитъ воздухъ съ силою 15 фунтовъ. Послѣ лекціи попробуйте, хватитъ ли у васъ силы преодолѣть давленіе атмосферы.

А вотъ другая вещь, которая также, безъ сомнѣнія, заинтересуетъ васъ. Это игрушка, которая изобрѣтена однимъ школьникомъ, и которую я усовершенствовалъ. Мы имѣемъ полное право дѣлать себѣ игрушки и употреблять ихъ для изслѣдованія природы. Быть можетъ, игрушка эта давно уже вамъ знакома. Это кружокъ кожи, привязанный къ концу верёвки; будучи

намоченъ, онъ приклеивается къ предмету, на который опущенъ. У меня двѣ такія игрушки, но онѣ сдѣланы не изъ кожи, а изъ каучука. Я бросаю одну изъ нихъ на столъ, и вы видите, какъ она крѣпко приклеивается къ столу. Я могу водить кружокъ по поверхности стола, но при попыткѣ поднять его вверхъ онъ, повидимому, скорѣе под-

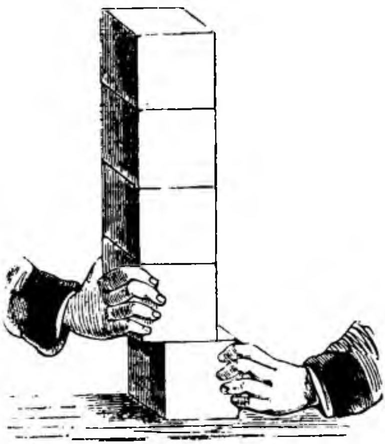


Рис. 44.

ниметъ съ собой столъ, чѣмъ отклеится отъ него. Чтобы отнять его отъ стола, я долженъ приблизить его къ краю. Спрашивается, откуда такая сила сопротивленія. Это объясняется исключительно тѣмъ, что на него съ большой силой давитъ атмосфера. Если приложить два такихъ кружка другъ къ другу, то они крѣпко приклеются. Такіе кружки могутъ служить вамъ даже для привѣшиванія

(рис. 45) различныхъ предметовъ къ стѣнѣ или стеклу, на которыхъ они будутъ держаться въ теченіе цѣлаго вечера.

Перейдемъ къ другому опыту, доказывающему давленіе атмосферы; вамъ будетъ легко повторить его дома. Возьмемъ бокалъ воды. Вы вѣроятно очень удивились бы, если бы я предложилъ вамъ опрокинуть его вверхъ дномъ, не проливъ изъ него воду; при этомъ вода должна удерживаться не рукою, а исключительно давленіемъ воздуха. Возьмемъ бокалъ, налитый до краевъ или только до половины; на отверстіе положимъ ровный кусокъ бумаги, опрокинемъ бокалъ (рис. 46) и посмотримъ, что будетъ. Воздухъ не можетъ проникнуть въ бокалъ вслѣдствіе того, что бумага, благодаря дѣйствію волосности, пристанетъ къ краямъ бокала.

Я думаю, что всѣхъ этихъ опытовъ достаточно для того, чтобы вы ясно представили себѣ то, что называется вещественностью воздуха. Когда я вамъ сказалъ, что имѣющійся у насъ ящикъ заключаетъ въ себѣ фунтъ воздуха, а наша аудиторія—тонну, то вы навѣрное ясно себѣ представили, что воздухъ это есть нѣчто весьма существенное.

Я вамъ покажу еще одинъ опытъ для того, чтобы вы себѣ еще яснѣе представили силу его сопротивленія. Этотъ опытъ съ хлопушкой вамъ, вѣроятно, давно извѣстенъ.

Возьмемъ какую-нибудь трубку и одинъ конецъ закупоримъ пробкой, сдѣланной хотя бы изъ кар-

тофеля. Затѣмъ закупоримъ такимъ же способомъ второй конецъ трубки. Теперь, какъ бы вы ни старались, вамъ не удастся сдвинуть обѣ эти пробки вплотную одну къ другой. Мы можемъ ихъ придвинуть до извѣстнаго предѣла, а если будемъ двигать дальше, то одна пробка непремѣнно



Рис. 45.

выскочитъ съ силой пушечнаго выстрѣла. Дѣйствіе пороха отчасти основано на этомъ именно явленіи.

Недавно я видѣлъ опытъ, который мнѣ очень понравился, и я тотчасъ же рѣшилъ примѣнить его къ нашимъ изслѣдованіямъ (впрочемъ, прежде чѣмъ начать его, мнѣ слѣдовало бы минутъ пять помолчать, такъ какъ успѣхъ его зависитъ отъ силы моихъ легкихъ). Дѣло въ томъ, что я намѣренъ при помощи воздуха поднять яйцо, лежащее

въ одной рюмкѣ, и перебросить его въ другую. За успѣхъ я не ручаюсь, потому что слишкомъ много говорилъ (Профессоръ начинаетъ опытъ и ему удается дыханіемъ перебросить яйцо изъ одной рюмки въ другую).

Вы видите, что выдуваемый мной воздухъ проходитъ между яйцомъ и рюмкой такъ, что производитъ снизу давленіе на яйцо, притомъ давленіе такое сильное, что его достаточно для поднятія такого тяжелаго предмета, какъ яйцо: вѣдь яйцо, сравнительно съ воздухомъ, очень тяжело. Если вы пожелаете повторить этотъ опытъ, я совѣтую вамъ брать яйца, сваренныя вкрутую, и при нѣкоторомъ навыкѣ опытъ вамъ вполнѣ удастся.

Мы достаточно бесѣдовали о тяжести воздуха; перейдемъ къ другому свойству его. Когда я производилъ опытъ съ хлопушкой, вы замѣтили, что первая пробка проникла въ трубку на $^1/_2$ и $^3/_4$ дюйма прежде, чѣмъ вторая выскочила. Это объясняется упругостью воздуха. Вслѣдствіе того же закона, я могъ сжимать воздушнымъ насосомъ воздухъ въ мѣдной бутылкѣ. Упругость воздуха это одна изъ замѣчательныхъ его свойствъ, съ которымъ я хочу васъ познакомить самымъ наглядномъ образомъ. Для этой цѣли я беру такую оболочку, которая была бы способна сдерживать воздухъ, но въ то же время могла бы сжиматься и расширяться, давая намъ понятіе о степени упругости своего содержимаго. Такой оболочкой

можетъ служить пузырь, въ который мы вводимъ нѣкоторое количество воздуха и кладемъ подъ колоколъ воздушнаго насоса (рис. 47); едва я выкачаю изъ-подъ колокола воздухъ, пузырь начнетъ надуваться, будетъ все болѣе и болѣе увеличиваться, такъ что наконецъ наполнитъ весь колоколъ. Но какъ скоро я опять наполню колоколъ воздухомъ, пузырь тотчасъ же опадетъ. Это даетъ намъ наглядное доказательство удивительнаго свойства воздуха—его упругости, т. е. способности расширяться до громадныхъ размѣровъ, и сжимаемости; свойство это чрезвычайно важно для пониманія роли, которую воздухъ играетъ въ экономіи природы.

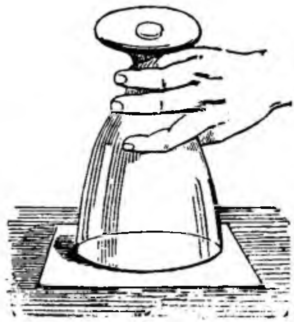


Рис. 46.

Теперь мы займемся одною изъ важнѣйшихъ сторонъ нашего изслѣдованія. Припомнимъ, что, изслѣдуя горѣніе свѣчи, мы открыли, что оно производитъ различные продукты. Вы помните, что мы получили сажу, воду и еще одно вещество, пока не изслѣдованное нами. Воду мы собрали; но прочіе продукты исчезли въ атмосферѣ; теперь намъ нужно наконецъ изслѣдовать эти исчезнувшіе продукты горѣнія.

Чтобы изслѣдовать эти продукты, продѣлаемъ

опытъ. Поставимъ свѣчу на подставку, а надъ ней стеклянный колпакъ, снабженный сверху пробкой съ трубкой. Я полагаю, свѣча не потухнетъ, потому что мы оставили воздуху проходъ и снизу, и сверху. Прежде всего вы замѣчаете появленіе на колпакѣ нѣкоторой влажности. Этотъ продуктъ мы уже знаемъ. Это вода, образовавшаяся отъ горѣнія, вслѣдствіе дѣйствія воздуха на освобождающійся водородъ. Но, кромѣ того, что-то вылетаетъ изъ трубы; это не влага, не вода и не такое вещество, которое могло бы сгущаться. Тѣмъ не менѣе, оно обладаетъ очень странными свойствами. Вы увидите, что это вещество, выходящее сверху изъ трубки, почти можетъ погасить поднесенное къ трубкѣ пламя; и дѣйствительно, я подношу къ его току пламя, и оно гаснетъ (рис. 48). Вы скажете, что это васъ нисколько не удивляетъ, потому что вы склонны принять этотъ газъ за азотъ, а такъ какъ азотъ не благопріятствуетъ горѣнію, то думаете, что азотъ именно и гаситъ свѣчу въ настоящемъ случаѣ.

Но посмотримъ, нѣтъ ли въ данномъ случаѣ какого-нибудь другого газа, не похожаго на азотъ. Я попрошу у васъ позволенія забѣжать нѣсколько впередъ, т. е. воспользоваться моими научными знаніями, чтобы познакомить васъ со средствами, при помощи которыхъ изучаютъ газы, подобные изслѣдуемымъ нами сегодня. Чтобы собрать часть продуктовъ горѣнія свѣчи, мнѣ стоитъ

только взять пустую банку и подержать ее надъ трубкой. Мы легко убѣдимся, что въ пріемникѣ этомъ окажется газъ, не только неспособный поддерживать горѣніе, но и обладающій совершенно особенными свойствами.

Я возьму негашеной извести и налью на нее простой воды; потомъ минуту или двѣ помѣшаю

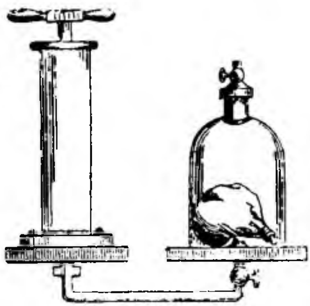


Рис. 47.

смѣсь, пропущу ее сквозь фильтровальную бумагу и скоро получу совершенно чистую прозрачную жидкость. Этой жидкости у меня порядочный запасъ въ бутылкѣ; но я для наглядности предпочитаю употреблять ту, которая изготовлена у васъ на глазахъ. Если я налью этой известковой воды, которая, какъ видите, совершенно чиста и прозрачна, въ склянку съ газомъ, полученнымъ отъ горѣнія свѣчки, въ ней тотчасъ же совершится замѣчательная перемѣна. Видите, вода совершенно побѣлѣла. Обратите вниманіе, что отъ примѣси воз-

духа этого не бываетъ. Вотъ я наливаю известковую воду въ бутылку съ воздухомъ, и ни кислородъ, ни азотъ, находящіеся въ немъ, не оказываютъ на известковую воду никакого вліянія: она остается прозрачною. Цвѣтъ ея не измѣнится, сколько бы я ее ни взбалтывалъ, но если я поставлю бутылку эту надъ свѣчкой, такъ, чтобы продукты горѣнія свѣчки приходили въ соприкосновеніе съ известковой водой въ бутылкѣ, жидкость вскорѣ приметъ молочный цвѣтъ, который происходитъ отъ того, что известь, содержащаяся въ этомъ растворѣ, соединяется съ чѣмъ-то, выдѣляющимся изъ свѣчки. Это и есть искомый нами продуктъ горѣнія, и мы займемся имъ сейчасъ. Итакъ, неизвѣстное вещество обнаруживается своимъ дѣйствіемъ на известковую воду. Мы знаемъ, что на известковую воду не дѣйствуетъ ни кислородъ, ни азотъ, ни вода; поэтому явленіе, которое только что совершилось, должно приписать какому-нибудь другому продукту горѣнія свѣчи. Мы видимъ, что бѣлый порошокъ, полученный при смѣшеніи известковой воды съ продуктомъ горѣнія свѣчи, очень похожъ на мѣлъ и по тщательномъ изслѣдованіи его видимъ, что это дѣйствительно мѣлъ. Итакъ, изучая различныя подробности этого опыта и отыскивая причины образованія мѣла, мы пришли къ правильному пониманію явленія горѣнія свѣчи. Мы открыли, что вещество, выдѣляющееся изъ пламени

свѣчи, совершенно одинаково съ тѣмъ, которое получилось бы, если бы мы накалили докрасна въ ретортѣ немного намоченнаго мѣла; изъ реторты выдѣлялось бы тогда вещество, совершенно одинаковое съ тѣмъ, которое получается изъ пламени свѣчки.



Рис. 48.

Но мы имѣемъ средство легче добывать это вещество и притомъ въ большомъ количествѣ, такъ что можемъ вполнѣ изучить его свойства. Всѣ известковыя породы содержатъ въ себѣ много этого газа, выдѣляемаго свѣчею и называемаго угольнымъ газомъ. Мѣлъ, раковины, кораллъ содержатъ его въ значительномъ количествѣ. Въ этихъ минералахъ онъ сгущенъ, и его можно назвать, «твердымъ газомъ», потому что, находясь въ

мраморѣ, мѣлѣ, онъ утрачиваетъ свойства газа и принимаетъ какъ бы плотную форму. Его легко добыть изъ мрамора. Для этой цѣли возьмемъ сосудъ съ небольшимъ количествомъ соляной кислоты; чтобы удостовѣриться, что въ немъ нѣтъ ничего, кромѣ обыкновеннаго воздуха, я опускаю въ него зажженную лучинку. Вы видите, что тамъ только чистый воздухъ, наполняющій сосудъ отъ поверхности налитой въ него кислоты до верху. Теперь возьмемъ нѣсколько кусочковъ мрамору и положимъ ихъ въ сосудъ: вы видите, смѣсь точно кипитъ *). Но отъ нея отдѣляется не паръ, а какой то газъ, постепенно поднимающійся со дна сосуда. Если я теперь въ сосудъ опущу горящую лучину, то получу тотъ же эффектъ, какой получилъ, поставивъ лучину надъ трубкой горящей свѣчи. Дѣйствіе получается такое же и обусловлено тѣмъ же веществомъ, которое выдѣлялось при горѣніи свѣчи. Такимъ образомъ мы можемъ получить обильное количество углекислоты: сосудъ мой уже совершенно наполнился ею.

Угольная кислота содержится не въ одномъ мраморѣ. Возьмемъ другой сосудъ и положимъ въ него простой мѣлъ, только промытый въ водѣ и очищенный отъ грубѣйшихъ частицъ

*) Мраморъ есть соединеніе угольной кислоты съ известью. Соляная кислота, будучи сильнѣе углекислоты, вытѣсняетъ ее, и она освобождается въ видѣ газа, а въ осадкѣ получается хлористая известь

своихъ; въ этомъ видѣ онъ употребляемъ для штукатурныхъ работъ. Итакъ, у насъ въ сосудѣ мѣлъ и вода, а здѣсь въ склянкѣ сѣрная кислота.

Если вы захотите повторять эти опыты, берите сѣрную кислоту, ибо при дѣйствіи ея на мѣлъ получается нерастворимый осадокъ, тогда какъ соляная кислота растворяетъ мѣлъ и не даетъ осадка. Вы, вѣроятно, спросите, почему я взялъ такой большой сосудъ? Дѣло очень просто: я хочу показать вамъ здѣсь въ обширныхъ размѣрахъ то, что вы можете потомъ повторить въ малыхъ. Здѣсь вы увидите то же явленіе, что и раньше: отъ взаимодѣйствія сѣрной кислоты и мѣла въ сосудѣ освобождается угольная кислота, обладающая совершенно тѣми же свойствами, какъ и газъ, полученный при горѣніи свѣчи на воздухѣ. Дѣло не въ способѣ приготовленія угольной кислоты; вы увидите, что она всегда одинакова, откуда бы мы ни получили ее.

Разсмотримъ подробнѣе этотъ газъ. Испытаемъ угольную кислоту, наполняющую этотъ сосудъ, тѣмъ же способомъ, какимъ испытывали всѣ прочіе газы, т. е. горѣніемъ. Вы видите, она и сама не горюча, и не благопріятствуетъ горѣнію. Мы знаемъ также, что она не растворяется въ водѣ, потому что мы легко удерживаемъ ее надъ ея поверхностью. Кромѣ того, вамъ извѣстно, что она бѣлѣетъ въ присутствіи известковой воды.

Наконецъ, вы помните, что, бѣлѣя, она производитъ углекислую известь, или мѣлъ.

Прежде всего мнѣ нужно доказать вамъ, что угольная кислота можетъ отчасти растворяться въ водѣ и что, слѣдовательно, въ этомъ отношеніи она отличается отъ кислорода и водорода. Вотъ приборъ, при помощи котораго мы можемъ растворить ее. На днѣ двойного сосуда находятся мраморъ и кислота, а сверху налита холодная вода. Приборъ устроенъ такъ, что газъ можетъ переходить изъ нижняго отдѣленія въ верхнее. Я привожу приборъ въ дѣйствіе, и вы видите, что газъ пузырями поднимается черезъ воду на поверхность ея; аппаратъ находится въ дѣйствіи всю ночь, и я полагаю, что часть угольной кислоты уже успѣла раствориться. Чтобы узнать это, я наливаю немного этой воды въ стаканъ и, пробуя ее на вкусъ, нахожу, что она нѣсколько кисловата; значитъ, она напиталась угольной кислотою. Чтобы окончательно убѣдиться въ присутствіи въ водѣ угольной кислоты, прибавимъ въ нее известковой воды. Вы видите, послѣдняя мутнѣетъ и бѣлѣетъ, что доказываетъ, что въ стаканѣ дѣйствительно была угольная кислота.

Угольная кислота—газъ очень тяжелый, тяжелѣе атмосфернаго воздуха. Вотъ таблица, на которой обозначенъ ихъ относительный вѣсъ и вѣсъ уже изслѣдованныхъ нами газовъ, такъ что вы можете сравнить ихъ между собою:

	Кубическій футъ.
Водородъ.	$^1/_{12}$ унціи
Кислородъ	$1^1/_3$ «
Азотъ.	$1^1/_6$ «
Атмосферный воздухъ .	$1^1/_5$ «
Угольная кислота . . .	$1^9/_{10}$ «

Одинъ взглядъ на эту таблицу покажетъ вамъ, что угольная кислота самый тяжелый газъ. Впро-

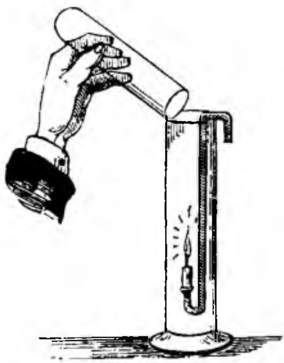


Рис. 49.

чемъ, мы можемъ убѣдиться въ этомъ многими опытами. Возьмемъ склянку, въ которой нѣтъ ничего, кромѣ воздуха, и попробуемъ налить въ нее немного угольной кислоты изъ другой склянки. По внѣшнему виду мы не можемъ знать, перелилась ли угольная кислота; чтобы убѣдиться въ этомъ, надо ввести въ склянку пламя, а немного известковой воды можетъ насъ окончательно убѣдить въ томъ, что газъ перелился (Профессоръ

опускаетъ въ склянку лучину, которая гаснетъ, рис. 49). Какъ видите, угольная кислота перелилась. Теперь я возьму маленькое ведерко и погружу его въ резервуаръ съ угольной кислотой. Если въ резервуарѣ есть угольная кислота, она должна быть теперь и въ ведеркѣ; мы узнаемъ это, опустивъ въ него горящую свѣчку. Видите, оно полно угольной кислотой, потому что пламя въ немъ гаснетъ.

Другой опытъ покажетъ намъ вѣсъ этого газа. Къ одному концу коромысла вѣсовъ (рис. 50) привѣшивается банка, а на чашку другого конца кладутся гири, такъ чтобы вѣсы находились въ равновѣсіи; но если мы нальемъ въ банку угольной кислоты, она немедленно перевѣситъ. Изслѣдуя банку введеніемъ въ нее пламени, мы удостовѣряемся, что угольная кислота налилась въ нее, потому что пламя въ ней гаснетъ. Мыльный пузырь, который, конечно, наполненъ воздухомъ, брошенный въ банку съ этимъ газомъ, плаваетъ въ немъ. Я возьму маленькій пузырь изъ коллодіума. Я не знаю, гдѣ находится уровень угольной кислоты въ банкѣ; мы сейчасъ слѣдующимъ опытомъ найдемъ его. Теперь это видно: пузырекъ плаваетъ на поверхности газа и поднимается по мѣрѣ того, какъ я подливаю въ банку угольной кислоты. Вотъ банка почти полна ею, и я посмотрю, можетъ ли мыльный пузырь такимъ же образомъ плавать въ ней (Профессоръ выдуваетъ пузырь, который падаетъ

въ угольную кислоту). Онъ плаваетъ почти посрединѣ банки, потому что въ немъ заключенъ воздухъ, который легче угольной кислоты.

Теперь вы знаете, какъ угольная кислота получается при горѣніи свѣчи, знаете ея физическія

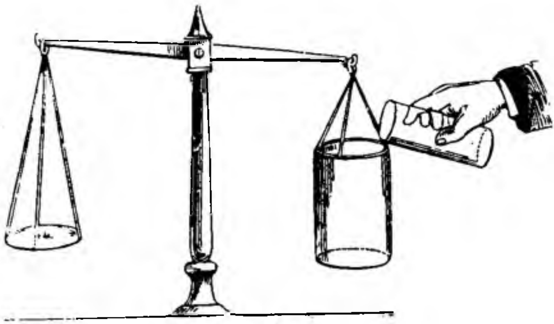


Рис. 50.

свойства и вѣсъ. Въ слѣдующей бесѣдѣ я покажу вамъ, изъ чего она состоитъ и откуда она беретъ свои составныя части.

БЕСѢДА ШЕСТАЯ.

Уголь или углеродъ.—Составныя части угольной кислоты.—Сходство между дыханіемъ и горѣніемъ свѣчи.— Заключеніе.

ПРЕЖДЕ чѣмъ приступить къ дальнѣйшему изложенію, я хочу показать вамъ имѣющіяся у меня двѣ японскія свѣчи. Онѣ, какъ видите, украшены еще лучше, чѣмъ самыя красивыя французскія свѣчи. Судя по внѣшности, можно сказать, что это предметы роскоши. Кромѣ того, онѣ отличаются замѣчательною особенностью: свѣтильня ихъ полая, какъ у лампъ; такимъ образомъ къ нимъ примѣнено полезное изобрѣтеніе, придуманное для лампъ Аргандомъ. Тѣ, кто получаетъ съ востока подобныя свѣчи, будутъ, вѣроятно, рады узнать, что веществу, изъ котораго онѣ сдѣланы, можно возвращать утраченную имъ свѣжесть, потерши поверхность его чистымъ полотнянымъ или шелковымъ платкомъ,

такъ чтобы всѣ шероховатости стерлись. Отъ этого краски снова принимаютъ свою прежнюю яркость. Одну изъ этихъ свѣчей я потеръ, и, посмотрите, какая разница между ею и другою, которой я не чистилъ еще, но которую очень легко сдѣлать столь же блестящею. Вы замѣчаете также, что эти свѣчи, отлитыя въ Японіи, имѣютъ болѣе рѣзко выраженную коническую форму, чѣмъ наши европейскія свѣчи.

Прошлый разъ я говорилъ вамъ объ угольной кислотѣ. Мы открыли, что если собрать въ сосудъ газъ, выдѣляющійся при горѣніи свѣчки или лампы, и подвергнуть его дѣйствію известковой воды, составъ которой я объяснилъ вамъ и которую вы теперь можете приготовить сами, то въ пріемникѣ получается бѣловатая жидкость. Причина этого, какъ я вамъ показывалъ, заключается единственно въ присутствіи известковаго вещества, которое находится также въ раковинахъ, кораллахъ и во многихъ минералахъ. Но я не сообщилъ вамъ подробныхъ свѣдѣній относительно химическихъ свойствъ этого вещества, называемаго угольною кислотою и полученнаго нами при горѣніи. Возвратимся же къ нему. Узнавъ, что выдѣляется изъ свѣчи при горѣніи, мы изслѣдовали свойства этихъ веществъ. Мы нашли составныя части воды или, иначе говоря, ея элементы. Теперь намъ предстоитъ изучить элементы, изъ которыхъ состоитъ угольная кислота, и узнать, откуда она ихъ беретъ; для этого достаточно

нѣсколькихъ опытовъ. Вы знаете, что дурно горящая свѣча коптитъ, но что копоти не бываетъ, если она горитъ, какъ слѣдуетъ. Вы помните также, что пламя обязано своимъ яркимъ блескомъ этой копоти, которая раскаляется въ немъ. Слѣдующій опытъ окончательно убѣдитъ васъ въ этомъ. Пока копоть остается въ пламени свѣчи и сгораетъ въ немъ, она даетъ прекрасный яркій свѣтъ, и въ пламени ея мы не замѣчаемъ черныхъ частицъ копоти. Теперь я зажгу одно вещество, горящее не такъ, какъ всѣ остальныя, но могущее быть полезнымъ для моей цѣли. Я зажигаю на губкѣ скипидаръ *). Вы видите, что копоть, поднимающаяся отъ губки, разлетается въ большомъ количествѣ по воздуху. Вспомните, что изъ такой же копоти получается угольная кислота, доставляемая свѣчею. Чтобы убѣдить васъ въ этомъ, я кладу губку съ горящимъ на ней скипидаромъ въ склянку, наполненную кислородомъ, и вы видите, дымъ весь исчезаетъ. Вы понимаете, что здѣсь происходитъ. Уголь, выдѣляющійся изъ пламени скипидара, сгораетъ въ кислородѣ безъ остатка. Этотъ грубый и моментальный опытъ приводитъ насъ къ тому же результату, какой мы получили, изслѣдуя горѣніе свѣчи. Конечно, этотъ опытъ грубоватъ; но я прибѣгъ къ нему, желая

*) Скипидаръ получается отъ перегонки терпентина, вытекающаго изъ надрѣзовъ хвойныхъ деревьевъ.

самымъ простымъ способомъ дать вамъ возможность слѣдить за моимъ изложеніемъ. Уголь, горящій въ кислородѣ или воздухѣ, образуетъ угольную кислоту; частицы же, которыя не сгораютъ, даютъ намъ другое вещество, входящее въ составъ угольной кислоты, а именно уголь; это тѣло даетъ пламени блескъ, если только воздухъ притекаетъ къ нему въ изобиліи; но если кислорода недостаточно, чтобы сжечь все количество угля, пламя выбрасываетъ несожженный излишекъ.

Намъ слѣдуетъ подробнѣе изучить исторію образованія угольной кислоты. Теперь вы легче поймете ее, чѣмъ нѣсколько времени тому назадъ, и притомъ, для большей наглядности, я приготовилъ нѣсколько опытовъ. Возьмемъ склянку, наполненную кислородомъ, и уголь, раскаленный въ тиглѣ докрасна. Надо, чтобы склянка была совершенно сухая, и я долженъ предупредить васъ, что этотъ опытъ не совсѣмъ совершененъ, но зато очень нагляденъ. Я смѣшаю кислородъ съ углемъ. Что касается послѣдняго, то вы увидите, по его горѣнію на воздухѣ, что это толченый древесный уголь (Профессоръ высыпаетъ изъ тигля немного раскаленнаго угля). Теперь я сожгу его въ кислородѣ. Посмотрите, какая разница! Издали можетъ показаться, что онъ горитъ, образуя пламя, но это только кажется, а въ дѣйствительности этого нѣтъ. Каждая частица угля даетъ искру и, сгорая, такимъ образомъ образуетъ угольную кислоту.

Двумя или тремя опытами я докажу вамъ, что уголь горитъ именно такимъ образомъ—безъ пламени; на этотъ фактъ я намѣренъ обратить ваше особое вниманіе. Вмѣсто угольнаго порошка я буду жечь довольно большой кусокъ угля, чтобы вамъ видны были его форма и размѣры, что дастъ вамъ возможность лучше слѣдить за явленіями, происходящими при его горѣніи. Беру склянку съ кислородомъ и кусокъ угля съ прикрѣпленнымъ къ нему кусочкомъ дерева, который я зажгу, чтобы при его помощи зажечь самый уголь; иначе мнѣ было бы трудно сдѣлать это. Вы видите, уголь горитъ, но безъ пламени. Если и есть пламя, то самое ничтожное и происходящее отъ того, что вокругъ угля образовалось небольшое количество окиси углерода. Горѣніе, какъ видите, продолжается, медленно производя угольную кислоту черезъ соединеніе углерода или угля (что одно и то же) съ кислородомъ.

Возьмемъ другой кусокъ угля, полученный отъ древесной коры, который при горѣніи трескается и разсыпается. Накаляя его, мы замѣтимъ, что онъ разлетится на мельчайшія частицы; тѣмъ не менѣе, каждая частица будетъ горѣть совершенно такъ же, какъ и большой кусокъ угля, такимъ же страннымъ образомъ, т. е. безъ пламени. Замѣчаете ли вы, что здѣсь горѣніе происходитъ на множествѣ отдѣльныхъ точекъ, но всюду безъ пламени? Я не знаю лучшаго опыта для доказа-

тельства, что уголь горитъ, образуя только искры.

Итакъ, мы получили угольную кислоту черезъ соединеніе ея составныхъ веществъ. Она образуется мгновенно, и, изслѣдуя ее известковой водой, мы найдемъ, что это вещество, полученное изъ его элементовъ, совершенно тождественно съ тѣмъ, которое мы описывали выше. Смѣшавъ 6 частей (по вѣсу) угля (все равно, былъ ли онъ взятъ изъ пламени свѣчи, или въ порошкѣ) съ 16 частями кислорода, мы получили бы 22 части угольной кислоты. Мы уже знаемъ изъ предыдущихъ опытовъ, что угольная кислота, соединяясь съ известью, образуетъ углекислую известь; при этомъ 22 части угольной кислоты, соединившись съ 28 частями извести, образовали бы мѣлъ или углекислую известь. Возьмите устричную раковину, разложите ее на составныя части, потомъ свѣсьте различные продукты анализа, и вы найдете, что на 50 частей въ ней 6 частей углерода и 16 кислорода, соединенныя съ 28 частями извести. Но я не стану утомлять васъ этими подробностями; намъ важно изучить основныя свойства этого газа.

Смотрите, съ какой удивительной правильностью растворяется уголь въ кислородѣ (Профессоръ указываетъ на большой кусокъ угля, спокойно горящій въ банкѣ съ кислородомъ). Въ самомъ дѣлѣ, можно сказать, что уголь растворяется въ окружающемъ его кислородѣ: если бы онъ состоялъ

изъ совершенно чистаго угля, онъ сгорѣлъ бы безъ всякаго остатка. Когда сжигаютъ совершенно очищенный уголь, золы отъ него не остается. Уголь горитъ, оставаясь въ твердомъ состоянiи, и никакое накаливанiе не способно его растворить. Между тѣмъ, сгорая, онъ даетъ пары, которые никогда, при обыкновенныхъ условiяхъ, нельзя обратить ни въ жидкость, ни въ плотное тѣло. Въ этомъ процессѣ особенно интересно то, что кислородъ, растворивъ уголь въ себѣ, не измѣняется въ объемѣ. Объемъ его въ концѣ опыта остается совершенно тотъ же, что до начала его, т. е. онъ не уменьшается и не увеличивается; перемѣна заключается только въ томъ, что кислородъ превращается въ угольную кислоту.

Чтобы вполнѣ познакомить васъ со свойствами угольной кислоты, я покажу вамъ еще опытъ. Имѣя тутъ дѣло съ тѣломъ сложнымъ, состоящимъ изъ углерода и кислорода, мы должны имѣть средства разложить его на составныя части. И, дѣйствительно, мы можемъ дѣлать съ угольной кислотой то же, что дѣлали съ водою: можемъ разлагать ее. Всего проще и скорѣе сдѣлать это при помощи вещества, способнаго освобождать кислородъ, когда этотъ газъ освободится, въ остаткѣ будетъ одинъ углеродъ. Вы помните, что, когда я клалъ на ледъ калiй, металлъ этотъ отдѣлялъ кислородъ отъ водорода. Попробуемъ сдѣлать то же самое съ угольной кислотою. Вы знаете, что она очень тяжела; я

въ данномъ опытѣ не буду подвергать ее дѣйствію известковой воды, которая помѣшаетъ правильному ходу нашихъ дальнѣйшихъ опытовъ; я думаю, что тяжесть угольной кислоты и свойство ея гасить пламя достаточное доказательство для ея распознаванія. Потому я опускаю въ газъ пламя; увидимъ, потухнетъ ли оно, или нѣтъ. Оно, какъ вы вѣроятно и ожидали, гаснетъ. Быть можетъ, угольная кислота погаситъ даже фосфоръ, который, какъ вамъ извѣстно, горитъ довольно сильно. Возьмемъ сильно нагрѣтый кусокъ фосфора. Я опускаю его въ газъ, и, вы видите, горѣніе прекращается, но на воздухѣ оно возобновляется, потому что здѣсь фосфоръ находитъ пищу для горѣнія, которой ему недоставало въ угольной кислотѣ. Теперь возьмемъ кусокъ калія, который дѣйствуетъ на угольную кислоту даже при обыкновенной температурѣ, но дѣйствіе это почти незамѣтно, такъ какъ калій при обыкновенной температурѣ быстро покрывается предохраняющей его оболочкой. Но если нагрѣть его до того, чтобы онъ горѣлъ на воздухѣ, то онъ будетъ горѣть и въ угольной кислотѣ. Мы знаемъ, что калій, сгорая, забираетъ кислородъ и даетъ остатокъ. Если онъ будетъ горѣть въ угольной кислотѣ, то при этомъ будетъ непремѣнно овладѣвать ея кислородомъ, и такимъ образомъ мы узнаемъ, что послѣ него остается.

Итакъ, чтобы доказать вамъ присутствіе въ угольной кислотѣ кислорода, я буду жечь въ

ней калій (Профессоръ начинаетъ нагрѣвать кусокъ калія, но онъ взрываетъ). Иногда попадаются куски калія, которые при нагрѣваніи взрываютъ. Я беру другой кусокъ и, нагрѣвъ его, опускаю въ сосудъ съ угольной кислотой. Вы видите, что онъ горитъ въ ней, правда, хуже, чѣмъ въ воздухѣ, потому что здѣсь кислородъ не свободенъ, но все-таки горитъ и овладѣваетъ кислородомъ. Теперь, если я положу этотъ кусокъ въ воду, то получу осадокъ, состоящій, кромѣ калія (до котораго вамъ нѣтъ дѣла), изъ углерода. Опытъ былъ сдѣланъ очень незатѣйливо; но могу увѣрить васъ, что будь онъ произведенъ тщательнѣе, займись я имъ вмѣсто 5 минутъ цѣлый день, мы получили бы въ ложкѣ или вообще въ томъ сосудѣ, гдѣ жгли калій, значительное количество углерода, такъ что въ результатѣ сомнѣваться было бы невозможно.

Итакъ, мы получили изъ угольной кислоты углеродъ, который представляется намъ здѣсь въ видѣ всѣмъ хорошо извѣстнаго чернаго вещества. Мы видѣли, стало быть, наглядное доказательство относительно состава угольной кислоты: мы убѣдились, что она состоитъ изъ кислорода и углерода. Я прибавлю еще, что при горѣніи углерода въ обыкновенныхъ условіяхъ всегда неизбѣжно получается угольная кислота.

Теперь я беру кусокъ дерева и кладу его въ склянку съ известковой водой. Сколько бы я ни взбалтывалъ воду эту, она не замутится. Но что

будетъ, если въ этой склянкѣ я зажгу брошенный въ нее кусокъ дерева? Нечего и говорить, что при этомъ горѣніи мы получимъ воду; но получимъ ли мы угольную кислоту—вотъ вопросъ? Попробуемъ; какъ видите, мы получаемъ углекислую известь, которая получилась отъ угольной кислоты; угольная же кислота получилась отъ углерода, выдѣлившагося изъ горящаго дерева. Вѣроятно, вы сами не разъ производили одинъ интересный опытъ, доказывающій присутствіе въ деревѣ углерода. Онъ состоитъ въ томъ, что если зажечь спичку и вслѣдъ за тѣмъ поскорѣе загасить ее, то получится уголь. Въ нѣкоторыхъ веществахъ углеродъ проявляется иначе. Свѣчка, напр., содержитъ его, но въ ней онъ не виденъ. Вотъ склянка съ свѣтильнымъ газомъ, въ изобиліи дающимъ угольную кислоту; но углерода вы въ ней не видите, хотя очень легко сдѣлать его видимымъ. Стоитъ только зажечь этотъ газъ, и онъ будетъ горѣть, пока весь не сгоритъ. Углерода вы все-таки не видите, но по блеску пламени знаете о его присутствіи. Присутствіе его можно доказать еще иначе. Возьмемъ другую склянку съ тѣмъ же газомъ съ примѣсью вещества, которое сжигаетъ водородъ, но не дѣйствуетъ на углеродъ. Я зажигаю газъ, и вы видите, что водородъ сгораетъ, а углеродъ выдѣляется въ видѣ густого чернаго дыма. Я надѣюсь, что эти опыты научили васъ обнаруживать присутствіе углерода, и что вы теперь поняли, что

получается при горѣніи газа или другого вещества, горящаго въ воздухѣ.

Прежде чѣмъ перейти къ дальнѣйшему изложенію, я хочу указать вамъ нѣкоторыя особенности горѣнія углерода, особенности, принадлежащія почти исключительно одному углероду. Какъ я вамъ уже показалъ на нѣсколькихъ опытахъ, уголь сгораетъ, оставаясь все время въ твердомъ состояніи, а сгорѣвъ, превращается въ газъ. Такимъ образомъ горятъ очень немногія тѣла, а именно только относящіяся къ классу углеродистыхъ, напр. дерево, каменный уголь, древесный уголь. Кромѣ нихъ нѣтъ почти ни одного вещества, которое горѣло бы такимъ образомъ. Эта особенность углеродовъ чрезвычайно важна для насъ, ибо благодаря ей мы имѣемъ удобное топливо. Если бы всѣ тѣла сгорали, какъ, напр., желѣзо, образуя твердые продукты горѣнія, то мы ни имѣли бы того огня, который горитъ въ нашихъ печахъ.

Вотъ вещество, которое горитъ такъ, что даже при соприкосновеніи съ воздухомъ воспламеняется само собою (Профессоръ разбиваетъ трубку, наполненную особымъ соединеніемъ свинца). Вещество это—свинецъ, но его воспламеняемость очень сильна. Свинецъ этотъ раздробленъ на мелкіе куски, которые разложены горкой, такъ что воздухъ можетъ охватывать его со всѣхъ сторонъ и проникать въ середину, въ промежутки между кусками; поэтому онъ и горитъ. Но онъ сей-

часъ же погаснетъ, если я сложу куски въ кучу (Профессоръ высыпаетъ свинецъ изъ трубки на тарелку и складываетъ въ кучу). Происходитъ это потому, что воздухъ не можетъ проникнуть къ свинцу.

Хотя вещество это при горѣніи даетъ сильный жаръ, до того, что тепло его можно сравнить съ

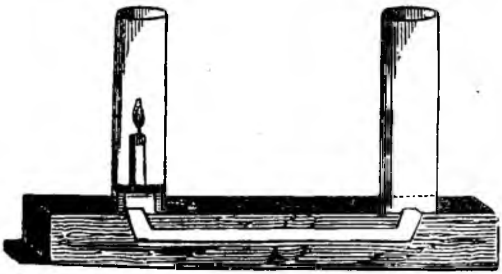


Рис. 51.

тепломъ нашихъ печей и каминовъ, но для топлива оно не годится. Здѣсь получаются плотные продукты горѣнія, которые не могутъ отдѣлиться отъ всей массы свинца: потому они постепенно покрываютъ его и такимъ образомъ прекращаютъ доступъ воздуху къ свинцу, и горѣніе прекращается! Итакъ, вы видите, какая разница между горѣніемъ свинца и угля.

Уголь горитъ совершенно такъ же, какъ и этотъ свинецъ, и даетъ много тепла. Но продуктъ его горѣнія улетучивается. Мы видѣли, что уголь растворяется въ кислородѣ безъ остатка, не оста-

вляя золы. Здѣсь же (профессоръ указываетъ на кучу свинца) у насъ теперь золы больше, чѣмъ было горючаго вещества; мы получили остатокъ, который вѣситъ больше, чѣмъ то, что мы сожгли, потому что съ углемъ соединилось значительное количество кислорода. Если бы, сгорая, уголь выдѣлялъ продукты горѣнія въ твердомъ видѣ, наша аудиторія наполнилась бы непрозрачнымъ веществомъ, какъ то бываетъ при горѣніи фосфора. Но при горѣніи угля все, что при этомъ выдѣляется, улетучивается и разсѣивается въ воздухѣ; до горѣнія у насъ было плотное вещество, повидимому, неспособное измѣняться; но послѣ горѣнія оно превратилось въ газъ, который чрезвычайно трудно (хотя это и удавалось) привести въ жидкое или плотное состояніе.

Теперь я перехожу къ очень интересному вопросу, а именно—къ отношеніямъ между горѣніемъ свѣчи и тѣмъ горѣніемъ, которое совершается внутри нашего тѣла. Въ тѣлѣ каждаго человѣка происходитъ горѣніе, весьма похожее на горѣніе свѣчи; я постараюсь объяснить вамъ этотъ процессъ. Чтобъ нагляднѣе показать сходство между горѣніемъ свѣчи и горѣніемъ нашего тѣла, я приготовилъ слѣдующее приспособленіе, которое устрою на вашихъ глазахъ. Я возьму доску, въ которой вырѣзанъ желобокъ, закрывающійся сверху крышкой (рис. 51). Когда крышка опущена, желобокъ обращается въ каналъ, соединяющій между собою

два стеклянные цилиндра, которые я ставлю по краямъ. Такимъ образомъ эти сосуды сообщаются другъ съ другомъ. Подъ одинъ изъ нихъ я ставлю стеариновую или сальную свѣчку; она, какъ видите, горитъ вполнѣ правильно. Вы конечно понимаете, что воздухъ, поддерживающій пламя, входитъ въ пустой цилиндръ, про-



Рис. 52.

ходитъ по желобу и поднимается въ другой сосудъ, гдѣ стоитъ свѣча. Но если я закрою отверстіе, сквозь которое проникаетъ воздухъ, то горѣніе прекращается. Я прекращаю доступъ воздуху, и пламя гаснетъ. Какой же выводъ можно отсюда сдѣлать? Въ одномъ изъ прежнихъ опытовъ я показывалъ вамъ, какъ пропускать газы, выдѣляемые одной свѣчей къ другой. Если собрать продукты горѣнія свѣчи и съ помощью особаго прибора пропустить ихъ въ цилиндръ съ горящей свѣ-

чей, то свѣча эта потухла бы. Но что скажете вы, если я покажу вамъ, что могу погасить ее своимъ дыханіемъ? При этомъ я не буду дуть на пламя, но покажу вамъ, что составъ выдыхаемаго мною воздуха таковъ, что въ немъ свѣча не можетъ горѣть. Я буду дышать въ отверстіе пустого цилиндра такъ, чтобы не дуть на свѣчу, а только впустить въ цилиндръ выдыхаемый мною воздухъ (Профессоръ начинаетъ дышать въ пустой цилиндръ и черезъ нѣсколько минутъ свѣча гаснетъ).

Итакъ, вы видите, что я не дулъ на свѣчу, а только ввелъ выдыхаемый мною воздухъ въ цилиндръ, и этого оказалось достаточнымъ для того, чтобы свѣча погасла. При этомъ вы видѣли, что свѣча не сразу погасла; сначала она продолжала горѣть, но, какъ только выдыхаемый мною воздухъ дошелъ до нея, она потухла. Происходитъ это отъ недостатка кислорода, такъ какъ мои легкія отнимаютъ при дыханіи кислородъ отъ воздуха, и его оказалось недостаточно для горѣнія свѣчи.

Теперь я покажу вамъ другой опытъ въ томъ же родѣ, такъ какъ это явленіе чрезвычайно интересное. Вотъ сосудъ съ чистымъ воздухомъ, что доказывается тѣмъ, что свѣча въ немъ горитъ совершенно правильно. Сосудъ этотъ я помѣщаю въ воду (рис. 52) и при помощи трубки, проходящей сквозь пробку сосуда, буду втягивать воздухъ въ свои легкія, а потомъ выпущу его обратно въ сосудъ.

По поднятію уровня воды въ ваннѣ вы можете

прослѣдить, какъ я вытягиваю воздухъ, а потомъ опять впускаю его въ сосудъ...

Теперь изслѣдуемъ воздухъ въ сосудѣ. Для этого я ввожу въ него свѣчу, и вы видите, что она гаснетъ: это доказываетъ, что въ воздухѣ произошла перемѣна. Итакъ, вы видите, что одного только вдыханія воздуха изъ нашихъ легкихъ оказалось до-



Рис. 53.

статочнымъ, чтобы испортить воздухъ въ сосудѣ. Изъ этого вы можете заключить, какъ важно частое провѣтриваніе жилыхъ помѣщеній и какъ необходимъ для людей чистый воздухъ.

Пойдемъ въ нашихъ изслѣдованіяхъ далѣе и подвергнемъ подобному же опыту известковую воду. Вотъ колба съ небольшимъ количествомъ известковой воды (рис. 53); къ ней придѣланы трубки такъ, чтобы сквозь нихъ можно было пропускать внутрь ся на известковую воду чистый воздухъ и воздухъ,

выдыхаемый нашими легкими. При помощи трубки (*A*) я могу вдыхать въ себя воздухъ изъ колбы, посредствомъ же другой трубки (*B*), которая погружена въ воду, я могу испытывать дѣйствіе на воду воздуха, выдыхаемаго моими легкими. Пока я только втягиваю воздухъ черезъ известковую воду въ легкія, это не производитъ на жидкость никакого дѣйствія. Она не мутится; но если я нѣсколько разъ пропущу черезъ нее воздухъ, выдыхаемый мною изъ легкихъ, она приметъ бѣловатый, молочный цвѣтъ, въ чемъ обнаруживается дѣйствіе на известковую воду выдыхаемаго нами воздуха. Вы уже, конечно, догадались, что такое дѣйствіе выдыхаемаго воздуха объясняется присутствіемъ въ немъ угольной кислоты, которая заставляетъ мутнѣть известковую воду.

Возьмемъ двѣ бутыли, одну съ известью, а другую съ простой водой. Онѣ снабжены изогнутой трубкою (рис. 54), которая проходитъ въ обѣ бутыли и соединяетъ ихъ. Приборъ мой очень незатѣйливъ, но весьма интересенъ. Если я буду выдыхать и вдыхать воздухъ въ этотъ приборъ, то расположеніе трубокъ не позволитъ воздуху уйти изъ бутылей. Входящій черезъ прямыя трубки воздухъ пойдетъ ко мнѣ въ ротъ, потомъ въ легкія, оттуда пройдетъ черезъ известковую воду, такъ что мнѣ можно будетъ дышать и наблюдать очень интересный опытъ, который даетъ намъ убѣдительные результаты. Вы замѣтили, что чистый воздухъ не оказалъ

дѣйствія на известковую воду; затѣмъ ея коснулся воздухъ, который я выдохнулъ, и она замутилась. Вы уже отлично понимаете, отчего это происходитъ.

Пойдемъ дальше. Что это за процессъ дыханія, совершающійся въ насъ, безъ котораго мы не можемъ существовать, который не останавливается ни на минуту ни днемъ, ни ночью и который не зависитъ отъ нашей воли? Если бы мы



Рис. 54.

стали задерживать дыханіе, — что до нѣкоторой степени возможно,—мы очень повредили бы себѣ. Когда мы спимъ, органы дыханія и части тѣла, находящіяся съ ними въ связи, не прекращаютъ своей дѣятельности; настолько эта дѣятельность намъ необходима. Мнѣ нужно хотя вкратцѣ объяснить вамъ, въ чемъ она состоитъ. Пища, прини-

маемая нами, черезъ сложную систему сосудовъ проходитъ въ различныя части нашего организма, преимущественно же въ пищеварительные органы. Часть измѣненной пищи вводится въ легкія черезъ одну сѣть сосудовъ, а другая сѣть сосудовъ выводитъ ее оттуда; одновременно съ этимъ вводится воздухъ, который мы вдыхаемъ и выдыхаемъ; такимъ образомъ измѣненные продукты пищи и воздухъ приходятъ въ легкихъ въ тѣсное соприкосновеніе другъ съ другомъ, будучи отдѣлены другъ отъ друга лишь тончайшею оболочкою. Вслѣдствіе этого воздухъ можетъ дѣйствовать на кровь и вызывать въ ней тѣ же явленія, которыя мы замѣтили при горѣніи свѣчи. Свѣча, соединяясь съ кислородомъ воздуха, образуетъ угольную кислоту и отдѣляетъ теплоту; такой же процессъ, не менѣе удивительный, происходитъ и въ легкихъ. Проникающій въ нихъ воздухъ соединяется съ углеродомъ (который находится въ нихъ не въ свободномъ состояніи, но выдѣляется въ моментъ взаимодѣйствія) и образуетъ угольную кислоту, которая при выдыханіи выдѣляется наружу. Пищу въ нашемъ организмѣ можно сравнить съ топливомъ. Примѣромъ этого намъ можетъ послужить сахаръ. Сахаръ состоитъ изъ углерода, водорода и кислорода; слѣдовательно, въ немъ содержатся тѣ же элементы, какъ и въ свѣчкѣ, хотя въ иныхъ вѣсовыхъ отношеніяхъ. Слѣдующая таблица показываетъ вѣсовыя отношенія составныхъ частей сахара:

Сахаръ.

Углеродъ	72	
Водородъ	11	99
Кислородъ	88	

Изъ этой таблицы мы можемъ заключить, что въ сахарѣ кислородъ и водородъ находятся въ той же пропорціи, какъ и въ водѣ, и можно сказать, что сахаръ состоитъ изъ 72 частей углерода и 99 частей воды. При вдыханіи воздуха нашими легкими углеродъ сахара соединяется съ кислородомъ воздуха и обусловливаетъ выдѣленіе тепла и много другихъ явленій, которыя уподобляютъ наше дыханіе горѣнію свѣчи и служатъ для поддержанія нашей жизни при помощи этого простого, но замѣчательнаго процесса. Чтобы представить вамъ этотъ процессъ въ наиболѣе наглядномъ и ясномъ видѣ, я покажу вамъ слѣдующій опытъ. Я возьму кусокъ сахару или, еще лучше, чтобы ускорить опытъ, небольшое количество сахарнаго сиропа, состоящаго изъ трехъ четвертей сахара и одной четверти воды. Если я налью въ сиропъ сѣрной кислоты, она поглотитъ воду и оставитъ черную массу, которая окажется углемъ (Профессоръ дѣлаетъ опытъ). Вотъ углеродъ освобождается, и вскорѣ мы получимъ твердую угольную массу; уголь этотъ цѣликомъ получился изъ сахара. Вы знаете, что сахаръ это питательное вещество, но вотъ онъ превратился въ уголь. Вы вѣрно этого не ожидали. Сходство между процессомъ горѣнія и дыханія

станетъ еще нагляднѣе, если я окислю углеродъ сахара. Возьмемъ кусокъ сахара и кислоту, которая дѣйствуетъ быстрѣе воздуха. Мы окислимъ ею сахаръ посредствомъ процесса, который, по формѣ. хотя и отличается отъ дыханія, но въ сущности совершенно подобенъ ему. Сахаръ при этомъ будетъ горѣть за счетъ кислорода, заключающагося въ кислотѣ. Передъ вами совершается то же самое, что происходитъ въ легкихъ, заимствующихъ кислородъ изъ воздуха; но здѣсь процессъ совершается чрезвычайно быстро.

Вы удивитесь, узнавъ размѣры, въ какихъ совершается превращеніе углерода. Свѣча горитъ 4, 5, 6 и даже 7 часовъ. Представьте же себѣ, сколько угольной кислоты переходитъ ежедневно въ атмосферу! Сколько ея выдѣляется дыханіемъ каждаго человѣка и какія удивительныя измѣненія происходятъ въ природѣ вслѣдствіе горѣнія и дыханія! Въ двадцать четыре часа каждый человѣкъ превращаетъ до семи унцій углерода въ угольную кислоту! Лошадь или корова производитъ дыханіемъ до семидесяти девяти унцій этого газа. Это значитъ, что лошадь или корова сжигаетъ въ своихъ дыхательныхъ органахъ семьдесятъ девять унцій угля или углерода въ сутки, чтобы поддержать въ это время теплоту своего тѣла. Всѣ теплокровныя животныя поддерживаютъ въ себѣ теплоту, превращая подобнымъ образомъ углеродъ, который въ нихъ находится не въ свободномъ

состояніи, а въ соединеніи съ другими веществами. Какое удивительное понятіе объ измѣненіяхъ, совершающихся въ атмосферѣ, даетъ намъ этотъ фактъ! Въ одномъ Лондонѣ дыханіемъ производится 5 милл. фунтовъ или 548 тоннъ угольной кислоты въ сутки Куда же дѣвается эта кислота? Она разсѣивается въ воздухѣ. Но что было бы, если бы углеродъ, подобно свинцу или желѣзу, давалъ при горѣніи плотный продуктъ? Горѣніе прекратилось бы. Уголь, сгорая, превращается въ газъ и переходитъ въ атмосферу—въ этотъ великій пріемникъ, разносящій его въ разныя стороны. Спрашивается, куда все-таки дѣвается это огромное количество угольной кислоты? Здѣсь то вы знакомитесь съ чрезвычайно удивительнымъ явленіемъ, а именно эти столь вредные для насъ продукты нашего дыханія (мы не можемъ вторично дышать воздухомъ, уже побывавшимъ въ нашихъ легкихъ) составляютъ источникъ жизни для всѣхъ растеній, произрастающихъ на поверхности земли. Эти же явленія наблюдаются и въ подводномъ мірѣ. Рыбы и другія водныя животныя дышатъ такъ же, какъ и мы, воздухомъ, хотя не находятся съ нимъ въ непосредственномъ соприкосновеніи.

Эти рыбки (профессоръ показываетъ сосудъ съ красными рыбками) дышатъ кислородомъ, заимствуемымъ изъ воздуха и растворенным въ водѣ: онѣ также выдѣляютъ угольную кислоту и

содѣйствуютъ великому процессу, въ которомъ животное и растительное царства поддерживаютъ другъ друга. Всѣ растенія, находящіяся на поверхности земли, стремятся поглотить изъ атмосферы углеродъ, который мы распространили въ ней въ видѣ угольной кислоты; углеродъ нуженъ имъ, чтобы существовать и расти. Дайте имъ чистый воздухъ, какимъ дышимъ мы, и они вскорѣ погибнутъ, между тѣмъ какъ, получая углеродъ и нѣкоторыя другія вещества, они будутъ жить и цвѣсти. Подобно деревьямъ и растеніямъ, кусокъ дерева также поглощаетъ углеродъ изъ атмосферы. Итакъ, мы видимъ, что воздухъ уноситъ то, что вредно намъ, но полезно растеніямъ. То, что губитъ нашу жизнь, поддерживаетъ жизнь другихъ организмовъ. Слѣдовательно, мы зависимъ не только отъ подобныхъ намъ, но и отъ всего окружающаго насъ, потому что въ природѣ все такъ связано между собою, что каждое твореніе помогаетъ прочимъ.

Я хочу обратить ваше вниманіе еще на одно обстоятельство, которое касается всѣхъ разсмотрѣнныхъ нами процессовъ и замѣчательнымъ образомъ связано съ исторіею наиболѣе заинтересовавшихъ насъ тѣлъ—кислорода, водорода и углерода — въ ихъ различныхъ видоизмѣненіяхъ. Когда я показывалъ вамъ свинцовый порошокъ, вы замѣтили, что онъ воспламенился, какъ только пришелъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ, прежде

даже, чѣмъ успѣлъ высыпаться изъ трубки; едва воздухъ коснулся его, какъ онъ въ ту же минуту загорѣлся. Это явленіе представляетъ вамъ примѣръ химическаго сродства, которое обусловливаетъ всѣ химическія явленія. Химическимъ сродствомъ объясняется процессъ, который совершается внутри насъ, когда мы дышимъ. При горѣніи свинца вы видѣли прекрасный примѣръ химическаго сродства. Если бы съ поверхности свинца отдѣлялись продукты горѣнія, онъ сгорѣлъ бы безъ остатка, но вы помните разницу въ этомъ отношеніи между свинцомъ и углемъ: въ то время какъ свинецъ можетъ загораться тотчасъ, какъ только придетъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ, уголь не загорится въ теченіе цѣлыхъ дней, недѣль, мѣсяцевъ, годовъ. Въ развалинахъ Геркуланума нашли рукописи, писанныя угольными чернилами, т. е. тушью, которыя не поблекли въ теченіе восемнадцати столѣтій, хотя не разъ были въ соприкосновеніи съ воздухомъ. Чѣмъ объяснить эту разницу между свинцомъ и углемъ? Не странно ли, что вещество, способное горѣть, не сразу загорается? Мы знаемъ, что уголь можетъ долгіе годы лежать, прежде чѣмъ загорится. То же самое можно сказать про свѣчку. Она не загорается подобно свинцу или желѣзу (сильно измельченное желѣзо проявляетъ такую же способность загораться, какъ и свинецъ), а ждетъ пока по какой-нибудь причинѣ нагрѣется. То же можно сказать про свѣтильный

газъ. Вотъ онъ выдѣляется изъ рожка, но все-таки не загорится, пока сильно не нагрѣется. Я его нагрѣю, и онъ моментально загорится, но стоитъ мнѣ подуть на пламя, какъ оно потухнетъ и будетъ опять ждать нагрѣванія. При этомъ различныя вещества ждутъ различной степени нагрѣванія. Возьмемъ, напр., порохъ и гремучую вату *). Эти два разныя горючія вещества горятъ неодинаково. Порохъ состоитъ изъ угля и другихъ быстро загорающихся веществъ, а гремучая вата—вещество, очень легко воспламеняющееся; чтобы воспламенить ихъ, нужны неодинаковыя степени тепла. Прикоснувшись къ нимъ нагрѣтой желѣзной проволокой, мы посмотримъ, какое изъ этихъ веществъ вспыхнетъ раньше (Профессоръ прикасается нагрѣтой желѣзной проволокой къ гремучей ватѣ). Гремучая вата, какъ видите, сгорѣла, порохъ же не загорается, хотя я прикасаюсь къ нему самымъ горячимъ концомъ проволоки. Это показываетъ вамъ, какъ нельзя лучше, до чего различно дѣйствіе различныхъ веществъ, по отношенію къ горѣнію. Иногда вещество ожидаетъ, чтобы начала, изъ которыхъ оно состоитъ, были приведены въ

*) Обыкновенный порохъ состоитъ изъ 78 частей селитры, 12 частей угля и 10 частей сѣры. Гремучая вата или хлопчато-бумажный порохъ изобрѣтенъ въ 1846 г. нѣмецкимъ химикомъ Шёнбейномъ; онъ состоитъ изъ простой ваты, намоченной въ сильно концентрированной азотной кислотѣ и потомъ высушенной на открытомъ воздухѣ.

дѣйствіе тепломъ, иногда же, какъ, напр., при процессѣ дыханія, горѣніе происходитъ безъ малѣйшаго замедленія. Едва воздухъ проникаетъ въ легкія, какъ въ ту же минуту соединяется съ углеродомъ; процессъ этотъ начинается немедленно и тотчасъ же производитъ выдыхаемую нами угольную кислоту, какъ бы ни была низка температура; лишь бы только организмъ вообще могъ выносить ее, не замерзая. Отсюда вы, стало быть, видите поразительное сходство между горѣніемъ и дыханіемъ.

Такимъ образомъ, разсматривая послѣдовательныя химическія явленія, происходящія во время процесса горѣнія свѣчи, мы познакомились не только со многими основными химическими законами, но даже открыли въ немъ, кромѣ многихъ законовъ окружающей насъ природы, химическія явленія, очень сходныя съ тѣми, которыя происходятъ въ нашемъ собственномъ организмѣ.

